



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Blindaje de maquinaria de movimiento de tierras para su uso en la vanguardia del teatro de operaciones

Autor

CAC. D. Gonzalo Gallardo Pinel

Directores

D. Iván Raúl Cristóbal Monreal

Cap. D. Sergio Serrano Puertas

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2016

Agradecimientos

En primer lugar me gustaría agradecer a mi tutor académico, Iván Raúl Cristóbal Monreal, su apoyo y consejos sin los cuales este trabajo no podría haberse llevado a cabo, y las lecciones que he aprendido gracias a él de cara a mi futuro profesional.

En segundo lugar, quisiera agradecer el apoyo de mi familia, en especial de mi padre, cuyos contactos me han permitido obtener datos referentes al blindaje que ninguna empresa estaba dispuesta a proporcionar.

Por último, agradecer el apoyo de mis compañeros del arma de ingenieros, cuyos ánimos permitieron afrontar momentos difíciles durante la realización del proyecto.

Resumen

Las unidades de ingenieros corren un gran riesgo mientras realizan sus trabajos técnicos en la vanguardia del Teatro de Operaciones donde están desplegadas. Esto se debe a la necesidad de uso de maquinaria de movimiento de tierras cuyo lento desplazamiento las convierte en un objetivo fácil para las unidades enemigas, con el consecuente riesgo para la vida de los operarios y el retraso de los trabajos.

Este proyecto pretende diseñar un blindaje para este tipo de máquinas, habiéndose centrado en la cabina del bulldozer Caterpillar D5K2, que permita su uso ininterrumpido sin ningún riesgo para el operador, consiguiendo salvaguardar la vida de éstos y mejorar el rendimiento de los trabajos.

Abstract

The engineering units are at great risk while doing their technical work in the vanguard of the Operational Theatre where they are deployed. This is due to the need to use earthmoving machinery whose slow displacement makes them an easy target for enemy units, with the consequent risk to the life of the operators and the delay of the work.

This project intends to design an armour for this type of machines, focusing on the Caterpillar D5K2 bulldozer, that allows its uninterrupted use without any risk to the operator, being able to safeguard their lives and to improve the performance of the works.

Índice

Lista de Tablas	iii
Lista de Ilustraciones.....	iii
Lista de Abreviaturas.....	iv
1. Introducción.....	1
1.1. Objetivo y alcance del proyecto	1
1.2. Justificación.....	1
1.3. Metodología del trabajo.....	2
2. Características del blindaje	4
2.1. Amenazas	4
2.1.1. Fusilería	4
2.1.2. Lanzagranadas	5
2.2. Requisitos del blindaje	5
2.3. Normativa	6
2.4. Determinación del blindaje	7
3. Diseño.....	9
3.1. Blindaje principal	9
3.2. Vidrio laminado.....	12
3.3. Blindaje de rejas.....	13
3.4. Elementos de unión.....	14
3.4.1. Remaches tipo perno – collar	14
3.4.2. Soporte del blindaje de reja	15
3.4.3. Marcos de las lunas	16
4. Ensamblaje.....	17
4.1. Blindaje principal	17
4.2. Blindaje de rejas.....	18
4.3. Marcos y vidrios de seguridad.....	20
4.4. Ensamblaje final.....	21
5. Análisis de costes	24
6. Efectos del Blindaje sobre la maquinaria.....	26
7. Conclusiones	27

7.1. Líneas futuras	27
BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXOS.....	30
Anexo A. Cat® D5K2.....	31
Anexo B. STANAG – 4569	36
Anexo C. Planos blindaje principal	44
Anexo D. Planos blindaje de rejas.....	50
Anexo E. Avdelok® XT 2851. Extracto de <i>Sistema de pernos estructurales</i> de POP® Avdel®.....	55
Anexo F. Planos elementos de unión.....	58
Anexo G. Planos ensamblaje	65
Anexo H. Certificados Unibus y Servicios S.A.	71
Anexo I. Acero balístico Secure 500	74

Lista de Tablas

Tabla 1. Fusilería utilizada por unidades enemigas.....	4
Tabla 2. Lanzagranadas utilizados por unidades enemigas.....	5
Tabla 3. Clasificación UNE - EN - 1522/23 [7].....	6
Tabla 4. Clasificación STANAG – 4569 (Anexo A).....	7
Tabla 5. Costes de material.....	25

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. RG-31 con blindaje de rejás [8].....	8
Ilustración 2. Placa frontal	10
Ilustración 3. Placa frontal-lateral	10
Ilustración 4. Placa lateral.....	11
Ilustración 5. Placa trasera	11
Ilustración 6. Placa superior	12
Ilustración 7. Vidrio laminado [9].....	13
Ilustración 8. Funcionamiento de vidrio laminado [10].....	13
Ilustración 9. Blindaje de rejás.....	14
Ilustración 10. Representación perno Avdelok® XT 2851	15
Ilustración 11. Representación collar Avdelok® XT 2851.....	15
Ilustración 12. Soporte rejás.....	16
Ilustración 13. Marco 200 x 500 mm.....	16
Ilustración 14. Ensamblaje placa frontal con frontal-lateral	17
Ilustración 15. Ensamblaje placa frontal-lateral con lateral.....	18
Ilustración 16. Ensamblaje blindaje principal.....	18
Ilustración 17. Ensamblaje reja frontal con frontal-lateral	19
Ilustración 18. Ensamblaje reja frontal-lateral con lateral	19
Ilustración 19. Ensamblaje del blindaje de rejás.....	20
Ilustración 20. Marco central frontal.....	21
Ilustración 21. Ensamblaje blindaje principal con marcos	21
Ilustración 22. Detalle blindaje principal con marcos.....	22
Ilustración 23. Blindaje principal con soportes de reja.....	22
Ilustración 24. Detalle blindaje principal con soporte de reja.....	23
Ilustración 25. Detalle del ensamblaje del blindaje de reja en el soporte	23
Ilustración 26. Blindaje final	24

Lista de Abreviaturas

- ET – Ejército de Tierra.
- FAS – Fuerzas Armadas.
- IED – Improvised Explosive Device – Artefacto Explosivo Improvisado
- OTAN – Organización del Tratado del Atlántico Norte
- SMAW – Soldadura por arco con electrodo metálico revestido
- STANAG – Standardization Agreement
- TFG – Trabajo Fin de Grado.
- ZO – Zona de Operaciones.

1. Introducción

El objetivo de esta memoria es la presentación de los resultados que se han obtenido durante la realización del trabajo de fin de grado (TFG) titulado: “Blindaje de maquinaria de movimiento de tierras para su uso en la vanguardia del teatro de operaciones.”, realizado durante las prácticas externas en el Batallón de Zapadores de la Brigada Paracaidista “Almogáraves” VI en Alcalá de Henares. Este trabajo está encuadrado en el plan de estudios de quinto curso del grado en Ingeniería de Organización Industrial que imparte el Centro Universitario de la Defensa a los futuros oficiales del Ejército de Tierra (ET) en la Academia General Militar de la ciudad de Zaragoza.

1.1. Objetivo y alcance del proyecto

El objetivo de este TFG es el diseño de un blindaje para la maquinaria de movimiento de tierras, en particular de la cabina del bulldozer Caterpillar D5K2, para su uso en vanguardia del teatro de operaciones.

La finalidad es solventar el problema de seguridad al que se enfrentan los operadores de esta maquinaria ante las amenazas enemigas durante el desarrollo de trabajos técnicos, como la construcción bases y realización de obras, y ampliar las capacidades de las unidades de ingenieros en la lucha contra artefactos explosivos (IED) y limpieza de rutas.

Se ha centrado el estudio en el bulldozer Caterpillar D5K2 debido a que este modelo está en la mayoría de unidades de zapadores del Ejército de Tierra, siendo el diseño aplicable a la mayor cantidad de vehículos en dotación posible aumentando la utilidad del mismo.

1.2. Justificación

El incremento de conflictos internacionales ha conducido al despliegue de fuerzas internacionales en las que se encuentran las Fuerzas Armadas Españolas (FAS). Cada despliegue tiene unas características diferentes, pero en todos ellos son imprescindibles las unidades de ingenieros. Esto se debe a que los ingenieros se encargan de la construcción y fortificación de las bases para el establecimiento de la fuerza en la Zona de Operaciones (ZO).

Estas obras frecuentemente se desarrollan en zonas con alto riesgo de ataques enemigos, ante los cuales la maquinaria de movimiento de tierras de la que disponen las unidades de ingenieros no tienen ningún tipo de protección. La carencia de un blindaje trae consigo varias consecuencias.

La primera y más importante, la seguridad de las unidades. Los operarios de las máquinas son un recurso crítico de las unidades de ingenieros, los cuales se convierten en objetivos vulnerables mientras están trabajando.

La segunda es los retrasos en los trabajos. Habitualmente se reciben hostigamientos del enemigo desde largas distancias. Al no disponer de un blindaje, los trabajos han de pararse cada vez que esto ocurre por los riesgos sobre los operarios.

Un blindaje permitiría que los operarios trabajaran con un riesgo mínimo y de forma continuada al no tener que tenerse cada vez que se reciban hostigamientos, consiguiendo un gran incremento en la seguridad de las unidades y a su vez un incremento en el rendimiento de los trabajos.

Además de la construcción, las unidades de ingenieros son las encargadas de la lucha contra IED y la limpieza de rutas. El uso de maquinaria de movimiento de tierras blindada, como el bulldozer, aporta una gran capacidad a la hora de enfrentarse a estos artefactos y facilitan su remoción, tal y como se referencia en la documentación anual de "Tendencias según especialidades" [1]

Considerando lo expuesto anteriormente, se ha decidido diseñar un blindaje para la cabina del bulldozer Caterpillar D5K2 con la finalidad de solventar las cuestiones planteadas y mejorar la eficiencia y las capacidades de las unidades de ingenieros.

1.3. Metodología del trabajo

Para afrontar el trabajo se han desarrollado una serie de tareas que se desglosarán a continuación.

En primer lugar se realizó un estado del arte y un estudio de mercado de bulldozeros blindados con el objetivo de obtener información sobre la existencia de un mercado de vehículos de este tipo. Con esta información se pretendía realizar un estudio comparativo entre los diferentes modelos del mercado para elegir el que se adaptara mejor a las necesidades. El resultado del estudio fue que no existía ningún tipo de mercado de este tipo de vehículos blindados. Además, únicamente determinados países tienen bulldozeros blindados (EEUU, Israel...), guardando todas las características de sus blindajes en secreto, por lo que no había posibilidad de obtener datos sobre ellos.

Con la obtención de estos resultados y tras el asesoramiento mi tutor del Centro Universitario de la Defensa, se realizó un cambio de enfoque del trabajo y se dispuso a diseñar un blindaje para la cabina del bulldozer en dotación Caterpillar D5K2.

Con el nuevo enfoque, en primer lugar se realizó un estudio de las características que debe tener el blindaje para enfrentarse a las amenazas durante el despliegue en ZO. Para ello se definieron las amenazas a las que el vehículo estará expuesto, realizando un estudio del armamento más habitual que poseen las fuerzas enemigas en los despliegues actuales de las FAS y sus calibres. Con estos datos se procedió a definir los requisitos que el blindaje debe cumplir para dar protección ante las amenazas identificadas. Por último, para determinar el nivel de protección del blindaje y su posterior dimensionamiento, se hace referencia a la normativa a la que se acoge el blindaje y los niveles de protección.

En segundo lugar, se realizó el diseño del blindaje de la cabina. Se realizaron las medidas de la cabina in situ, para posteriormente dimensionar el blindaje. Para la representación y diseño se ha empleado el software de diseño asistido SolidWorks (versión 2014), aplicando los conocimientos adquiridos en la asignatura de Dibujo técnico del grado en Ingeniería de Organización Industrial.

Una vez diseñado, se procedió a realizar un estudio de posibles problemas que podrían aparecer en el bulldozer debido al incremento de peso al implementar el blindaje.

Seguidamente se realizó un análisis de costes de los materiales necesarios para construir el blindaje. Se consultaron numerosas empresas de varios países para obtener precios de materiales con pocos resultados ya que únicamente una empresa facilitó los costes de éstos.

Por último, se exponen las conclusiones alcanzadas en el desarrollo del trabajo y líneas futuras de mejora del blindaje.

2. Características del blindaje

La elección del blindaje a utilizar debe garantizar la seguridad del operario de la máquina. Para poder determinar las características que debe tener el blindaje es necesario hacer un estudio de las amenazas a las que va a estar sometido y la normativa a la que se debe ceñir para determinar su nivel de protección.

2.1. Amenazas

Las FAS participan en un gran número de misiones internacionales. Estas misiones son muy variadas, tratando numerosos campos como ayuda humanitaria, instrucción de ejércitos de otros países o misiones de estabilización. [2]

En muchas de estas misiones hay una constante amenaza de fuerzas insurgentes que realiza hostigamientos contra las unidades de las FAS usando armamento muy variado tanto en modelos y tipos de armas, como en la potencia de fuego de las mismas.

El tipo de armamento más utilizado proviene de distintas categorías de fusilería y lanzagranadas. A continuación se expone una relación del armamento más empleado por las fuerzas enemigas. [3] [4] [5]

2.1.1. Fusilería

En este apartado se recoge el armamento que posee el enemigo de las zonas donde actualmente están desplegadas unidades de las FAS. Se han diferenciado según sus calibres y el tipo de armamento, pudiendo ser fusiles, sub-fusiles, carabinas, fusiles de precisión o ametralladoras.

Modelo	Tipo	Calibre (mm)
Tipo 56	Fusil	7,62 x 39
Kalashnikov	Fusil	7.62 x 39
FN-FAL	Fusil	7.62 x 51
G3	Fusil	7.62 x 51
M-16	Fusil	5.56 x 45
MAT-49	Sub-fusil	9 x 19
SKS	Carabina	7.62 x 39
PSL	Fusil precisión	7.62 x 54
Dragunov SVD	Fusil precisión	7.62 x 54
Mokhtar	Ametralladora	7.62 x 54
RPD	Ametralladora	7.62 x 39
PK	Ametralladora	7.62 x 54
FN-MAG	Ametralladora	7.62 x 51
DSHKM	Ametralladora	12.7 x 108
KPV	Ametralladora	14.5 x 114

Tabla 1. Fusilería utilizada por unidades enemigas

2.1.2. Lanzagranadas

Modelo	Tipo
M40	Cañón sin retroceso
SPG-9	Cañón sin retroceso
RPG-7	Lanzacohetes
M-79	Lanzacohetes

Tabla 2. Lanzagranadas utilizados por unidades enemigas

2.2. Requisitos del blindaje

Atendiendo al estudio de amenazas provenientes del armamento enemigo se llega a varias conclusiones que serán esenciales a la hora de dimensionar y seleccionar el nivel de blindaje.

La primera de ellas la obtenemos a partir de la fusilería. Del armamento reflejado en la tabla correspondiente a fusiles, predomina el uso del fusil de origen ruso Kalashnikov, más conocido como AK-47. La gran cantidad de unidades de las que disponen las tropas enemigas lo convierten en la principal fuente de amenaza.

En lo relativo a los fusiles de precisión, ambos modelos comparten el mismo calibre, por lo que únicamente se debe tener en cuenta que la munición de este tipo de armamento suele estar reforzada, por lo que tiene una mayor capacidad de penetración.

Por último, en la categoría de ametralladoras la principal fuente de amenaza proviene de los modelos que utilizan el calibre 7.62. Las ametralladoras de calibre superior a 7.62 son muy escasas y, por lo tanto, muy poco utilizadas. Por ello no se considerarán como amenaza para el blindaje.

La segunda conclusión obtenida proviene de los lanzagranadas. Este armamento presenta un alto grado de amenaza para el blindaje debido a su potencia explosiva y al uso de proyectiles de carga hueca. Una carga hueca es una carga de efecto dirigido compuesta por una masa de explosivo y una envuelta metálica con forma de cono que al explosionar origina un dardo a alta temperatura y presión con un gran poder de penetración en los blindajes, consiguiendo sus máximos efectos cuando la explosión se produce a la medida óptima denominada stand off. [6]

Atendiendo a lo expuesto anteriormente se identifican los principales requisitos de protección del blindaje:

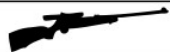






- Debe ser capaz de soportar impactos de fusilería del calibre 7.56 reforzada (fusiles de precisión).
- Debe disponer de un sistema para mitigar o suprimir los efectos de los proyectiles de carga hueca de los lanzagranadas.

2.3. Normativa

Una vez definidas las amenazas y los requisitos, se procede a identificar la normativa que regula los niveles de protección de los blindajes. En España la normativa procede de diversos orígenes y regula dos aspectos diferenciados: el blindaje opaco y los vidrios de seguridad.

El blindaje opaco se regula con la norma española UNE-108132 y por la normativa europea EN-1522 y EN-1523. De esta normativa europea, existe una versión oficial en español denominadas UNE-EN-1522 y UNE-EN-1523, que tratan exactamente lo mismo.

Los vidrios de seguridad están regulados por la normativa europea EN-1063 y, al igual que en las normas europeas anteriores, hay una versión española denominada UNE-EN-1063.

	Class Threat Level	Type of Weapon	Calibre	Ammunition	No of Shots	Velocity (m/s)	Test Range (m)	Spacing (mm)
	FB1	Rifle	.22 LR	L/RN	3	360 +/- 10	10	120 +/- 10
	FB2	Hand Gun	9mm Luger	FJ1/RN/SC	3	400 +/- 10	5	120 +/- 10
	FB3	Hand Gun	.357 Magnum	FJ1/CB/SC	3	430 +/- 10	5	120 +/- 10
	FB4	Hand Gun	.44 Rem Magnum	FJ2/FN/SC	3	440 +/- 10	5	120 +/- 10
	FB5	Rifle	5.56x45	FJ2/PB/ SCP 1	3	950 +/- 10	10	120 +/- 10
	FB6	Rifle	7.62x51	FJ1/PB/SC	3	830 +/- 10	10	120 +/- 10
	FB7	Rifle	7.62x51	FJ2/PB/ HC 1	3	820 +/- 10	10	120 +/- 10
	FSG	Shot Gun	12/70	Solid Slug 3	3	420 +/- 20	10	-

Ammunition Legend:

L - lead
 CB - coned bullet
 FJ - full metal jacket bullet
 FN - flat nose
 HC1 - steel hard core
 PB - pointed bullet
 RN - round nose
 SC - soft core (lead)
 SCP1 - soft core (lead) and steel penetrator (type SS109)

Tabla 3. Clasificación UNE - EN - 1522/23 [7]

Estas normativas establecen una clasificación en función de la resistencia balística a diferentes calibres y tipos de armamento. La clasificación que se realiza tiene el mismo criterio en las cuatro normas, variando la nomenclatura de la categoría en la norma española UNE-108132 y en la referente a los vidrios de seguridad UNE-EN-1063. Así, una categoría FB7 de las normativas de la tabla 3 correspondería con una BR7 según la UNE-108132 y la UNE-EN-1063.

Además de esta normativa de origen civil, existe una normativa militar que procede de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), el STANAG-4569.

KE PROTECTION LEVELS FOR OCCUPANTS OF ARMoured VEHICLES

Level	KE-Threat	Reference – Artillery – Threat
6	Weapon: Automatic Cannon, 30 mm Ammunition: APFSDS and AP Distance: 500 m Angle: frontal arc to centreline: $\pm 30^\circ$ sides included; elevation 0°	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 10 m Azimuth 360° Elevation: $0 - 90^\circ$
5	Weapon: Automatic Cannon, 25 mm Ammunition: APDS and APFSDS Distance: 500 m Angle: frontal arc to centreline: $\pm 30^\circ$ sides included; elevation 0°	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 25 m Azimuth 360° Elevation: $0 - 90^\circ$
4	Weapon: Heavy Machine Gun, 14.5 mm Ammunition: AP Distance: 200 m Angle: azimuth 360° ; elevation 0°	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 25 m Azimuth 360° Elevation: $0 - 90^\circ$
3	Weapon: Machine Gun and Sniper rifles, 7.62 mm Ammunition: AP tungsten carbide and AP hard steel core Distance: 30 m Angle: azimuth 360° ; elevation $0-30^\circ$	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 60 m Azimuth 360° Elevation: $0^\circ - 30^\circ$
2	Weapon: Assault rifles, 7.62 mm Ammunition: AP steel core Distance: 30 m Angle: azimuth 360° ; elevation $0-30^\circ$	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 80 m Azimuth 360° Elevation: $0^\circ - 22^\circ$
1	Weapon: Assault rifles: 7.62 and 5.56 mm Ammunition: Ball Distance: 30 m Angle: azimuth 360° ; elevation $0-30^\circ$	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 100 m Azimuth 360° Elevation: $0^\circ - 18^\circ$

As notification of the protection level is advised to use the first character of the threat type followed by the protection level (e.g. K2).

Tabla 4. Clasificación STANAG – 4569 (Anexo A)

Al estar esta norma destinada al ámbito militar, las amenazas que define para la posterior clasificación del nivel de blindaje son más detalladas que en la normativa anterior, tratando incluso distintos tipos de munición.

2.4. Determinación del blindaje

Para determinar el blindaje se atiende a los requisitos definidos y a las normativas expuestas en los apartados anteriores. Para ello se acometen los dos requisitos por separado.

El primer requisito es que el blindaje debe ser capaz de soportar impactos de fusilería del calibre 7.56 reforzada. Atendiendo a la normativa sobre blindaje opaco y vidrios de seguridad (Tabla 3), el blindaje que corresponde a este calibre debe tener un nivel de protección FB7/ BR7. En cuanto a la clasificación atendiendo al STANAG-4569 (Tabla 4), los niveles de protección que hacen referencia a este calibre son el 2 y el 3, pero en el nivel 3 se define como amenaza las ametralladoras y los fusiles de precisión de 7.56, por lo que el blindaje debe tener un nivel 3.

El segundo requisito es que el blindaje debe disponer de un sistema para mitigar o suprimir los efectos de los proyectiles de carga hueca de los lanzagranadas. La protección contra estos proyectiles se conseguirá mediante el sistema de blindaje de rejas. Este blindaje consiste en colocar un recubrimiento a modo de reja metálica alrededor de la zona a proteger a una distancia mínima de 15 centímetros del blindaje principal con el fin de inutilizar el efecto de la carga hueca al aumentar el stand off, consiguiendo así neutralizar la capacidad de penetración.



Ilustración 1. RG-31 con blindaje de rejas [8]

3. Diseño

Antes de comenzar con el diseño propiamente dicho, es necesario saber el espesor de los materiales del blindaje para poder dimensionar correctamente las medidas de las piezas y conseguir un correcto ensamblaje.

Para conocer este espesor se consultó a empresas de blindajes de seguridad de distintos países, obteniendo respuesta únicamente de tres empresas. De estas tres empresas únicamente una aportó los datos completos de sus blindajes, proporcionando el espesor necesario para los niveles de blindaje que se requieren, que se establece en 15,5 mm de acero balístico para las placas y 78,6 mm para los vidrios blindados. Con estos datos ya podemos comenzar a realizar el dimensionamiento.

En cuanto al diseño, se ha establecido la premisa de que debe permitir al operador tener un gran campo de visión. Este requisito es imprescindible ya que cuando el operador está trabajando necesita tener una amplia visión del terreno, permitiéndole observar las zonas que se encuentran junto al bulldozer y las zonas más alejadas para ir dirigiendo su trabajo.

Otra consideración del blindaje es la decisión de suprimir la puerta de acceso lateral. Se ha llegado a esa decisión por dos razones principalmente.

La primera de ellas es que en caso de que el bulldozer vuelque, el operador quedaría irremediablemente atrapado en el interior, ya sea porque la puerta se quede bloqueada al estar en contacto con el suelo o, en el caso de que volcara hacia el otro lado, el exceso de peso de la misma no le permitiría salir.

La segunda razón es de tipo estructural. La presencia de una puerta implica la existencia de una junta de gran tamaño en un lateral de la cabina del bulldozer, siendo un punto de discontinuidad de la protección dando lugar a una zona de mayor vulnerabilidad.

Para solucionar ambos problemas, se ha decidido que el acceso al bulldozer se hará por la parte superior del mismo a través de una escotilla, pudiendo subir hasta ella usando el blindaje de rejillas como escalera.

El diseño del blindaje se ha dividido en tres partes principales, según el tipo y la finalidad del blindaje, y en una cuarta parte de elementos de unión de dicho blindaje.

3.1. Blindaje principal

El blindaje principal hace referencia a la estructura que aportará la mayor parte de la protección al bulldozer. Está compuesto por placas de acero balístico de distintas medidas para adaptarse a la forma de hexágono irregular de la cabina. Este blindaje estará compuesto por 7 placas, siendo 5 de ellas de distintos tamaños. (Anexo C)

La primera placa se corresponde con la parte frontal (Ilustración 2). Ésta tiene unas medidas 1000 x 770 mm. Su diseño es más corto que el del resto de las placas del blindaje debido a que debe adaptarse a la parte frontal del bulldozer, donde se encuentra el motor. Como podemos observar, consta de 3 aberturas que darán lugar a las ventanas del bulldozer. Las dos aberturas de los laterales son de 200 x 500 mm, y la central es de 250 x 200 mm.

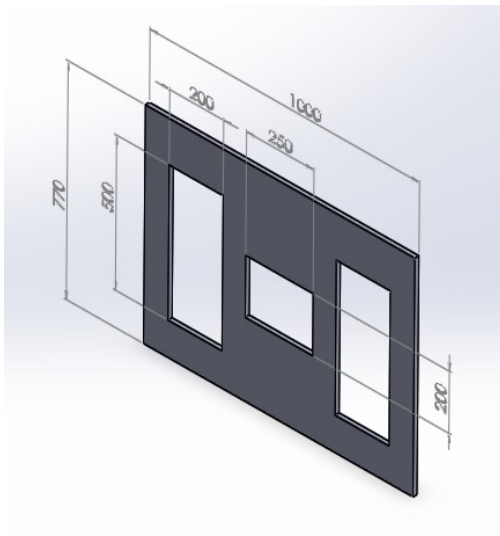


Ilustración 2. Placa frontal

El segundo diseño de placa (Ilustración 3) tiene unas medidas de 650 x 1670 mm. Este diseño será utilizado en la zona lateral-frontendal, siendo necesarias dos placas, una por cada lado de la máquina. El diseño de las aberturas tanto en la parte de arriba como en la de abajo se debe a la necesidad de gran observación del operario, el cual necesita poder ver el suelo tanto en la parte más cercana a la máquina, para el manejo de la pala, como zonas más alejadas. Se consideró el diseño con dos aberturas que recorrieran la placa de arriba abajo, pero ese diseño implicaba ventanas demasiado grandes que por un lado serían más vulnerables y por otro debilitarían la capacidad del blindaje. Por ello se optó por el diseño de 4 aberturas de 200 x 500 mm, que permitiría un amplio rango de visión.

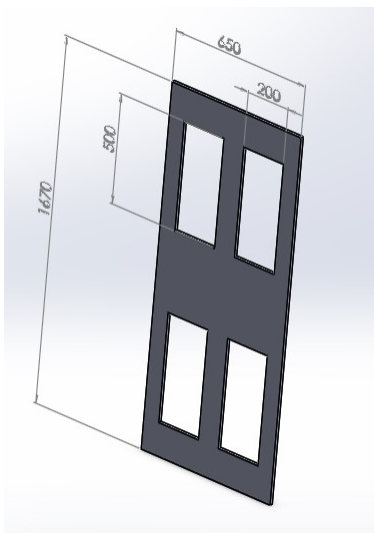


Ilustración 3. Placa frontal-lateral

El tercer tipo de placa protegerá los laterales del bulldozer, siendo necesario, como en el caso anterior, dos placas de este diseño (Ilustración 4). Tiene unas medidas de 1000 x 1670 mm. A diferencia que en la zona frontal-lateral, en la zona lateral no es necesaria la visibilidad del suelo en la parte más cercana al vehículo ya que no hay ningún elemento de trabajo. De hecho, la parte inferior del lateral en el diseño original de la cabina no tiene ninguna visibilidad al ser metálico (ver Anexo A). Por esto se han establecido dos aberturas de 200 x 500 mm.

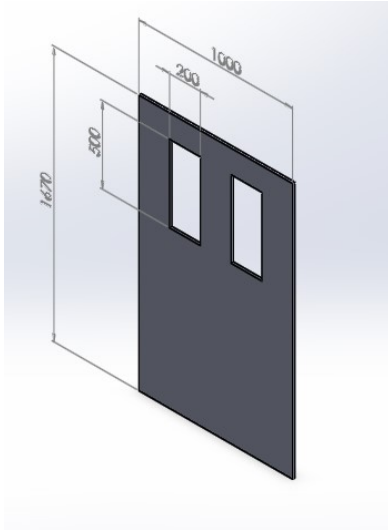


Ilustración 4. Placa lateral

La cuarta placa se corresponde con la parte trasera (Ilustración 5). Esta placa tiene unas medidas de 1650 x 1670 mm. Debido a que esta placa tiene una mayor longitud, las aberturas se han distribuido en toda ella dando lugar a 3 aberturas, las dos laterales de 200 x 500 mm y la central de 250 x 500 mm.

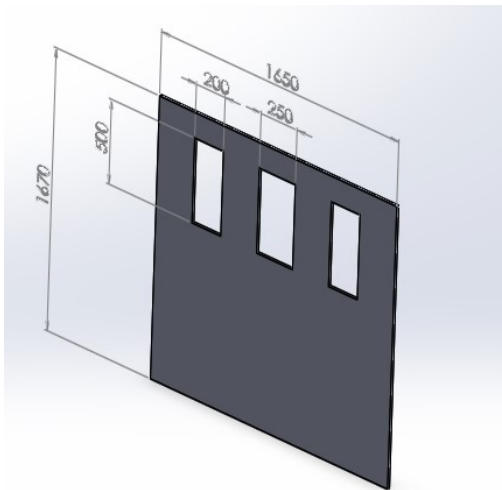


Ilustración 5. Placa trasera

La quinta placa dará protección a la parte superior (Ilustración 6). El tamaño de esta placa será de 1650 x “Y” mm. En función del espesor del blindaje, el tamaño de esta placa variará en la medida “Y” para conseguir el ajuste con el resto de placas. Para el espesor que necesita nuestro blindaje (15,5 mm), la medida de la placa es de 1650 x 1578,42 mm. Esta placa presenta una abertura en la zona central de 500 x 500 mm que dará lugar a la escotilla de acceso al bulldozer.

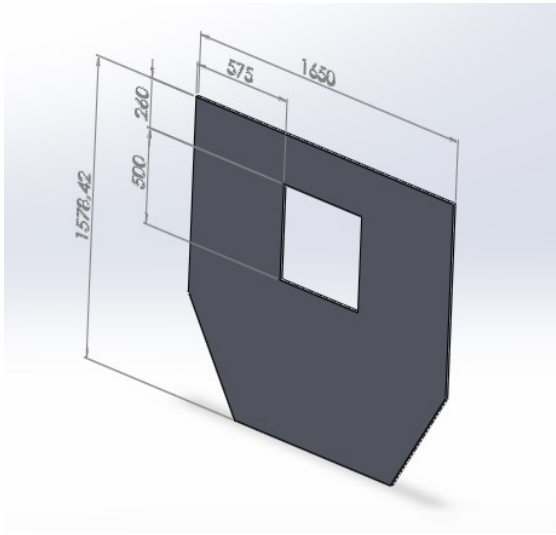


Ilustración 6. Placa superior

3.2. Vidrio laminado

Las lunas del bulldozer deberán estar construidas con vidrio laminado. El vidrio laminado consiste en alternar capas de vidrio de diferentes espesores unidas entre sí por otras capas de adhesivos tipo butirol hasta alcanzar el espesor necesario para el nivel de seguridad establecido. La última capa del vidrio que se corresponde con la parte interior de la máquina, será de policarbonato para evitar la fragmentación interior suprimiendo así el riesgo de daños al operador.

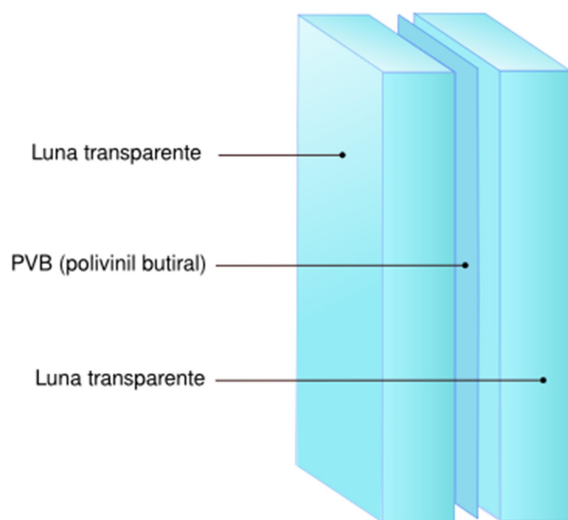


Ilustración 7. Vidrio laminado [9]

Con este sistema, el vidrio en caso de rotura se fragmenta en pequeños trozos que se mantienen adheridos a la capa de butirol, favoreciendo la disipación de la energía del proyectil como se puede apreciar en la Ilustración 8. Al mantenerse estos fragmentos unidos, no se crean huecos en la luna, por lo que aportará una protección residual al blindaje una vez dañado.

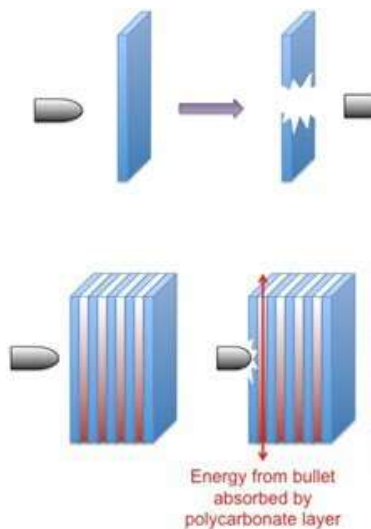


Ilustración 8. Funcionamiento de vidrio laminado [10]

3.3. Blindaje de rejillas

El blindaje de rejillas es un sistema que se lleva utilizando desde la Segunda Guerra Mundial para evitar el efecto de perforación de las cargas huecas. Las cargas huecas están diseñadas para explotar a una distancia determinada, denominada stand off, que permite conseguir los máximos efectos de penetración. (Anexo D)

El blindaje de rejas permite interponer distancia entre la carga y el blindaje principal, provocando que ésta explote antes de tiempo. Esto provoca que el stand off sea superior al que está diseñada la carga consiguiendo que sus efectos de penetración sobre el blindaje sean mermados e incluso neutralizados.

Otra posibilidad que ofrece este blindaje es la de inutilizar el proyectil cuando éste impacta contra la reja del blindaje. Con el impacto se pueden producir daños en la propia carga o la rotura de la espoleta de iniciación, que es el mecanismo encargado de que la carga explote, consiguiendo en ambos casos que la detonación no se produzca.

El perímetro del blindaje principal se recubrirá con una reja metálica de 10 mm de grosor a una distancia de 200 mm para modificar el stand off de las cargas. Al igual que el blindaje principal, el blindaje de rejas se compone de diversos elementos, concretamente de 6 placas que se enfrentan a las correspondientes placas de acero balístico. No se realiza el recubrimiento de la placa superior porque los lanzagranadas que posee el enemigo son de tiro tenso, por lo que es prácticamente imposible que impacte en esa zona.

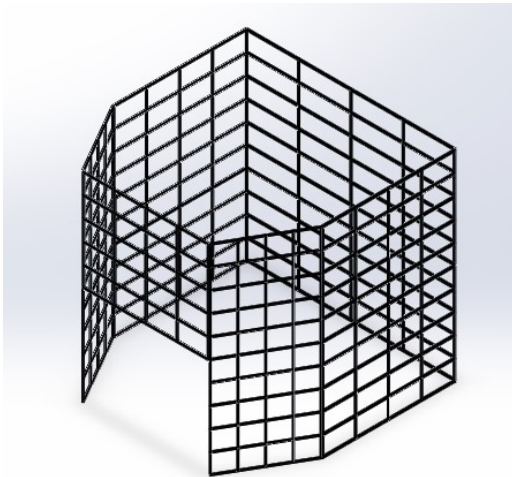


Ilustración 9. Blindaje de rejas

3.4. Elementos de unión

3.4.1. Remaches tipo perno – collar

Para la unión de los marcos de las ventanas al blindaje principal se ha decidido utilizar remaches tipo perno-collar con la finalidad de facilitar la sustitución del vidrio y/o el marco en caso de que se vean dañados por algún impacto. El remache a utilizar debe tener una longitud superior a 85mm para poder sujetar el marco y ser capaz de proporcionar uniones resistentes a las abundantes vibraciones que la máquina produce durante su funcionamiento.

El remache que se utilizará será el remache tipo perno- collar modelo Avdelok® XT 2851 Series de 12.7mm de diámetro, ID 52, que se ajusta a las necesidades de las uniones del blindaje (ver Anexo E). Se ha realizado una representación del perno y el collar mediante SolidWorks para implementarlo en el conjunto del diseño.



Ilustración 10. Representación perno Avdelok® XT 2851

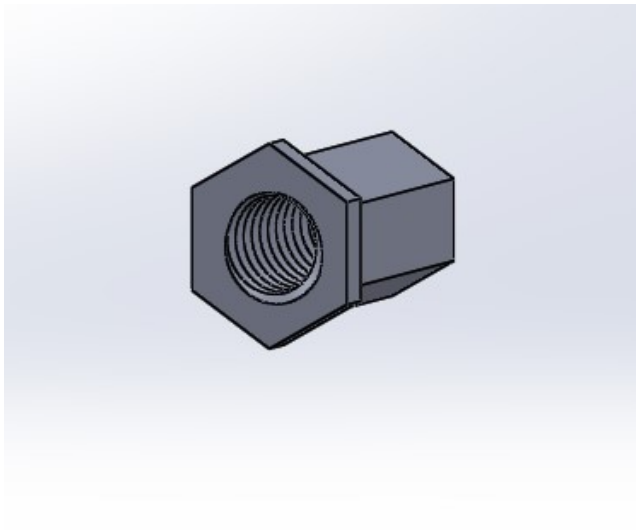


Ilustración 11. Representación collar Avdelok® XT 2851

3.4.2. Soporte del blindaje de reja

Para realizar la unión entre el blindaje de rejas y el blindaje principal se utilizarán unos soportes que irán soldados a ambos blindajes. Estos soportes se encargarán de sostener el blindaje de reja y de mantener la distancia de 200 mm con las placas del blindaje principal. El diseño tiene una abertura

delantera donde se introducirá y soldará la reja. Además presenta en su parte posterior unas alas de 10 mm cada una y un espesor de 3mm para aumentar la superficie de soldadura con el blindaje principal. Se utilizarán 4 soportes por cada placa de acero, excepto en la frontal que se usarán únicamente 2, lo que hace un total de 22 piezas. (Anexo F)

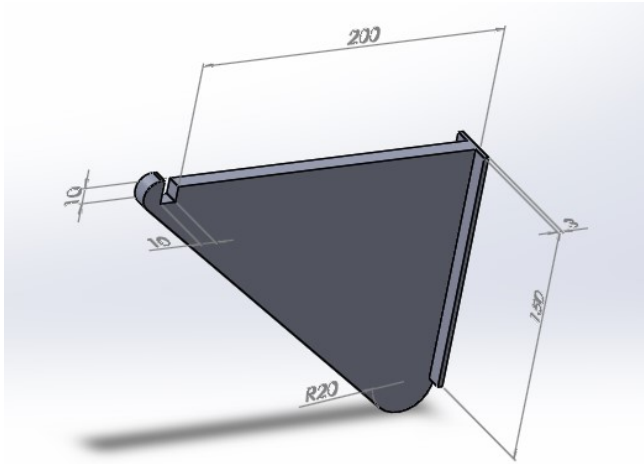


Ilustración 12. Soporte rejas

3.4.3. Marcos de las lunas

Los vidrios de seguridad tienen un mayor espesor que el blindaje principal para alcanzar los niveles marcados de seguridad. Por ello son necesarios unos marcos que contengan el vidrio y sirvan de unión al blindaje de acero. En el diseño hay 3 tipos diferentes de aberturas (200 x 500 mm, 250 x 200 mm y 250 x 500mm), por lo tanto habrá 3 marcos diferentes que se ajusten a estas aberturas. La medida interior se corresponderá con la abertura, teniendo un espesor de 20 mm y un fondo de 80 mm. (Anexo F)

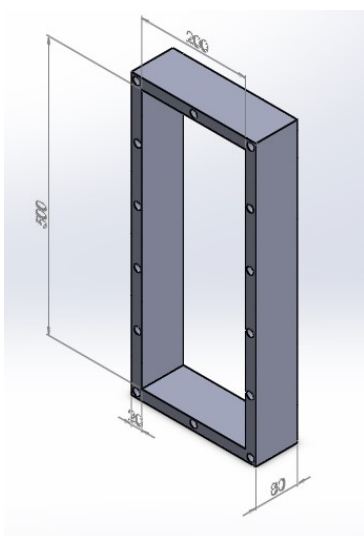


Ilustración 13. Marco 200 x 500 mm

4. Ensamblaje

Para afrontar el ensamble del blindaje se ha subdividido el mismo en tres subensamblajes según las partes del mismo. (Anexo G)

La unión de las placas del blindaje principal, las rejas y los soportes del blindaje de rejas se realizará mediante soldadura. Para blindajes el sistema de soldadura más utilizado es el de arco con electrodo metálico revestido (SMAW). Los electrodos utilizados deben aportar poco calor y tener una alta penetración en la soldadura para conseguir una unión homogénea y resistente. [11]

4.1. Blindaje principal

En el ensamble de las placas de acero del blindaje principal hay que tener en cuenta la forma de hexágono irregular que presenta la cabina. Para conseguir esa forma la unión entre las placas se debe realizar acorde a una angulación.

El ensamble entre la placa frontal y las placas frontales-laterales se deberá hacer con una angulación de 60° (Ilustración 14). A su vez, las placas laterales se unen con las frontales-laterales con una angulación de 30° para colocarse de forma perpendicular a la placa frontal (Ilustración 15).

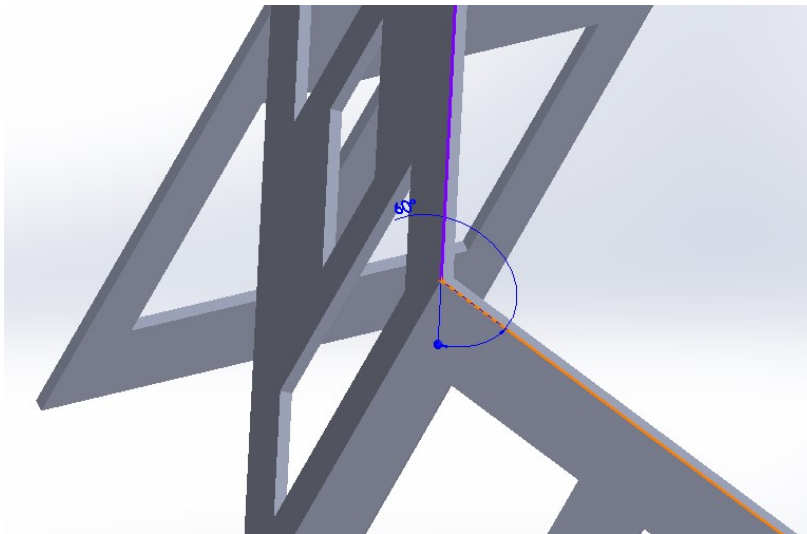


Ilustración 14. Ensamblaje placa frontal con frontal-lateral

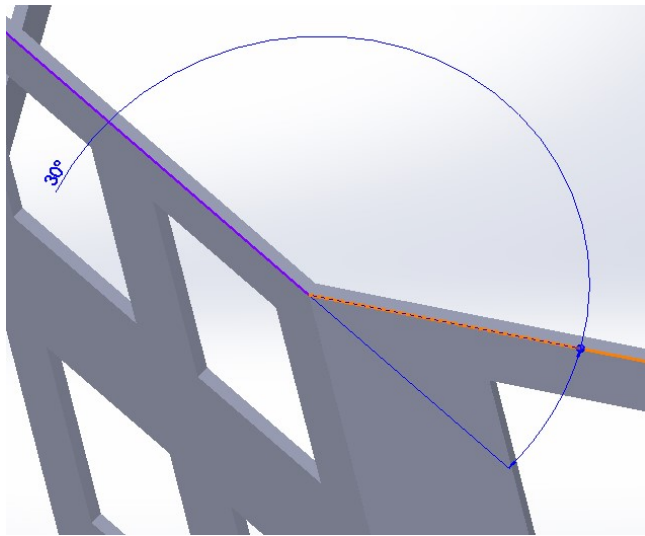


Ilustración 15. Ensamblaje placa frontal-lateral con lateral

La placa trasera y la superior no presentan ningún requerimiento específico para su ensamblaje al resto de componentes del blindaje principal.



Ilustración 16. Ensamblaje blindaje principal

4.2. Blindaje de rejas

El blindaje de rejas se debe adaptar a la forma adoptada por el blindaje principal para poder recubrirlo manteniendo de forma constante la separación establecida en 200 mm. Para conseguirlo, las rejas que van enfrentadas a las placas de acero ensambladas con angulación deben ser ensambladas de la misma forma.

Las uniones afectadas serán la unión de la reja frontal con las laterales-frontales (Ilustración 17) y la unión de las laterales-frontales con las laterales (Ilustración 18).

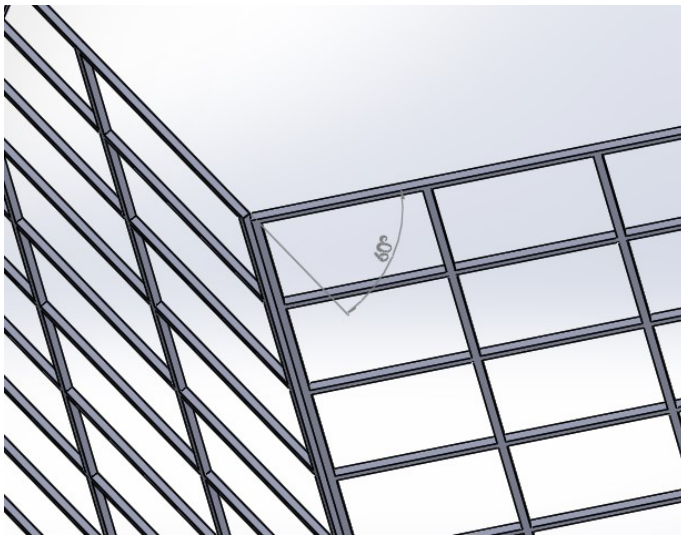


Ilustración 17. Ensamblaje reja frontal con frontal-lateral

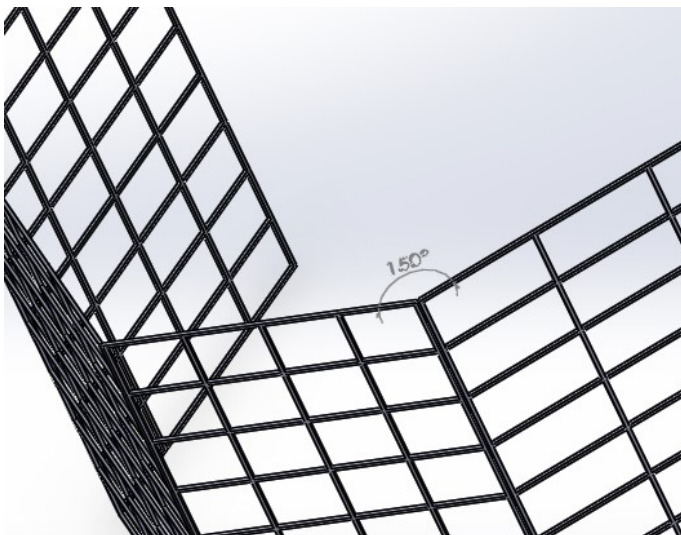


Ilustración 18. Ensamblaje reja frontal-lateral con lateral

El ensamblaje de la reja trasera no presenta ninguna complicación, por lo que el ensamblaje del blindaje de rejillas completo será como se muestra en la Ilustración 19.

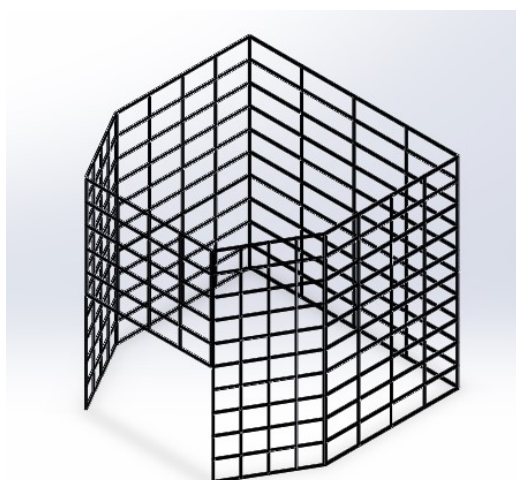


Ilustración 19. Ensamblaje del blindaje de rejillas

4.3. Marcos y vidrios de seguridad

Los marcos son los encargados de unir los vidrios de seguridad al blindaje principal. Para ello se ha decidido que la unión se realice mediante remaches tipo perno-collar para facilitar la sustitución del vidrio y/o el marco en caso de que se vean dañados. Todos los marcos están unidos mediante 14 pernos, excepto el marco de la ventana central de la placa frontal, que al presentar menores dimensiones, tiene 8. Para la unión de los cristales a los marcos se añadirá por la parte interior un marco de contención que sobresale 10mm, de un espesor de 5mm, y se fijará el cristal mediante resinas. Este marco contendrá el cristal en caso de impacto evitando que se introduzca en el interior de la cabina. Se ha decidido poner marco de contención únicamente en el interior para facilitar la sustitución de un cristal dañado, teniendo únicamente que extraer el dañado e introducir un cristal nuevo por el exterior del blindaje (Ilustración 20).

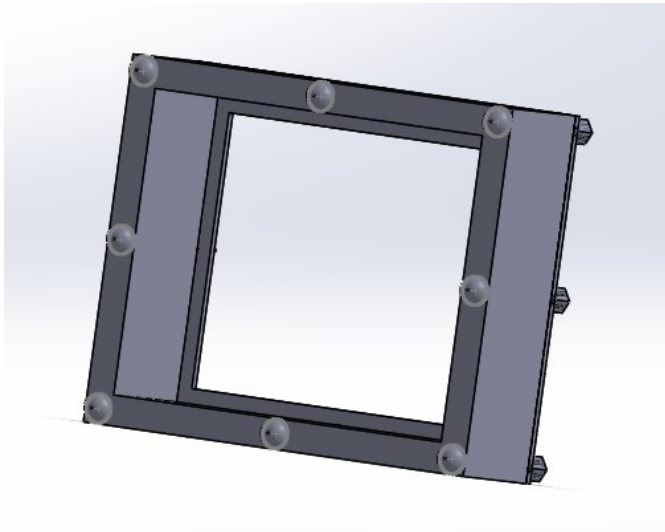


Ilustración 20. Marco central frontal

4.4. Ensamblaje final.

Para completar el blindaje hay que ensamblar cada uno de los subensamblajes definidos en los apartados anteriores.

Por comodidad de trabajo, se comenzará con el ensamblaje de los marcos de las ventanas en el blindaje principal, colocando los remaches de tipo perno-collar que le corresponde a cada uno de los mismos, obteniendo la estructura que se muestra en la Ilustración 21 y 22.

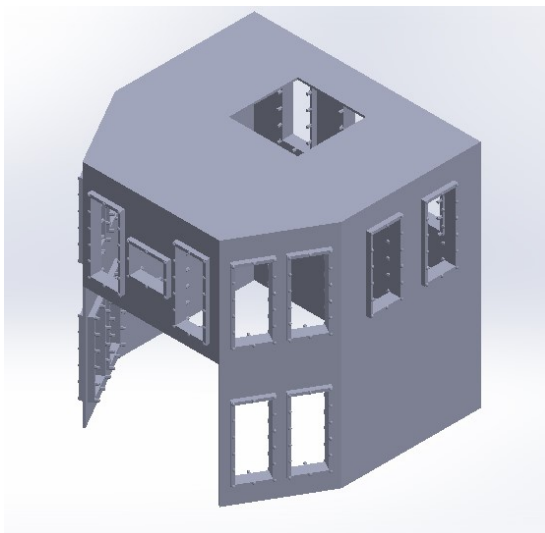


Ilustración 21. Ensamblaje blindaje principal con marcos

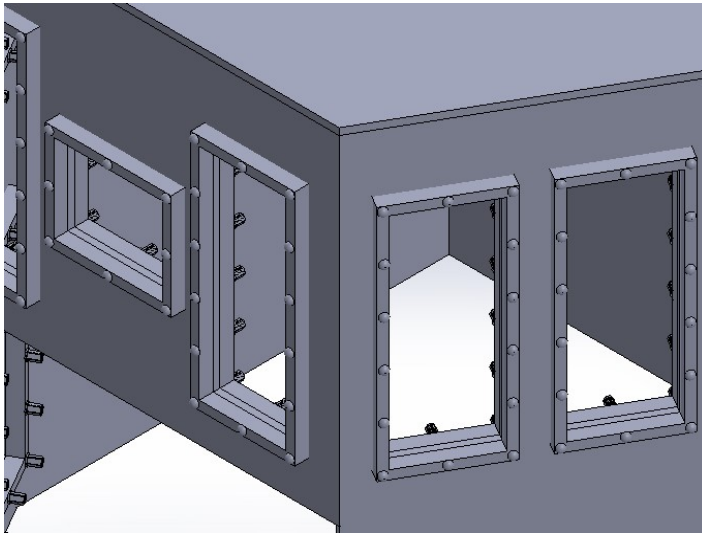


Ilustración 22. Detalle blindaje principal con marcos

Posteriormente se comenzarán a soldar los soportes del blindaje de rejas a la estructura, para poder añadir en la siguiente etapa el blindaje de reja (Ilustración 23 y 24).

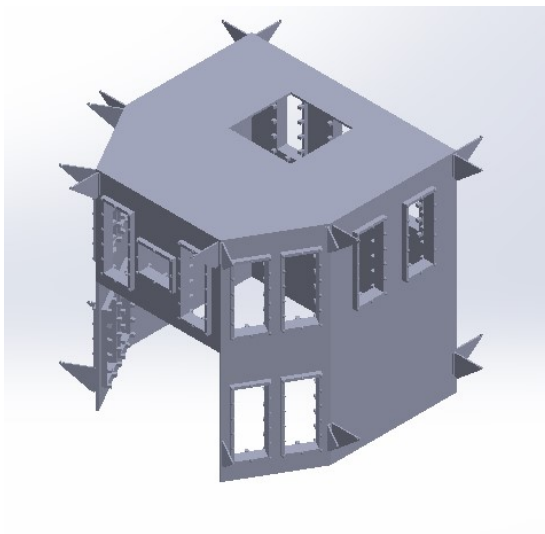


Ilustración 23. Blindaje principal con soportes de reja

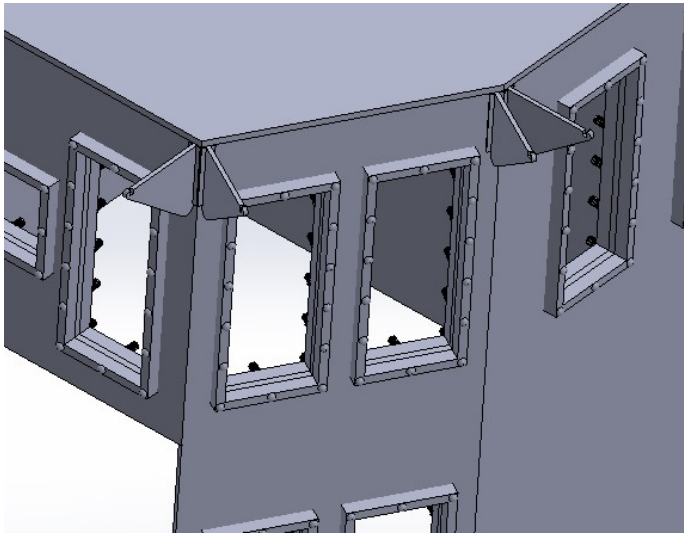


Ilustración 24. Detalle blindaje principal con soporte de reja

Una vez soldados los 22 soportes a la estructura, únicamente queda colocar el blindaje de reja en estos soportes y soldarlo (Ilustración 25), obteniendo el resultado final mostrado en la Ilustración 26.

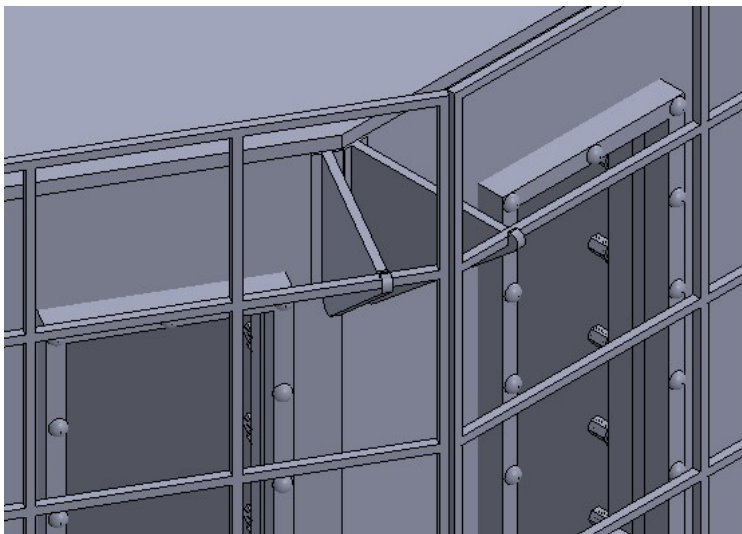


Ilustración 25. Detalle del ensamblaje del blindaje de reja en el soporte

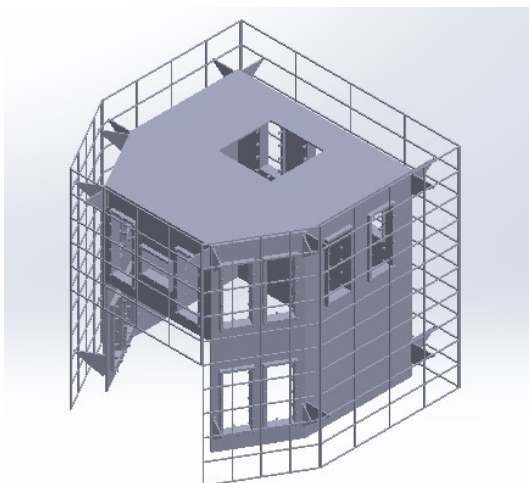


Ilustración 26. Blindaje final

5. Análisis de costes

Este apartado tiene como objetivo realizar un estudio de los costes en los que se incurriría al realizar el proyecto. A la hora de realizar el análisis se han encontrado muchas dificultades porque los materiales de blindaje son muy específicos y el mercado es muy poco accesible. Debido a esta dificultad de encontrar información, únicamente se ha conseguido el coste de los materiales, sin poder conseguir nada referente al coste de la mano de obra.

Para conseguirlo se consultó a varias empresas de distintos países sobre materiales y presupuestos de acero balístico y de vidrio de seguridad. De las empresas consultadas, se obtuvo respuesta de tres empresas: una estadounidense, una sueca y una española. La estadounidense no proporcionaba ningún dato sobre sus productos sin un proyecto. La empresa sueca SSAB proporcionó información sobre sus materiales, cuyos pliegos se encontraban disponibles en su página web [12], pero se negó a proporcionar datos referentes al coste.

La única empresa que proporcionó todos los datos y características de sus blindajes fue la empresa española Unibus y Servicios S.A., con sede en Alcalá de Henares, gracias a una persona de enlace. Esta empresa aportó diversa documentación, tal como la información del blindaje de acero que cumplía con los niveles de protección requeridos, una copia de dos certificados que les acreditaban el nivel de protección requerido (Anexo H), informaron del espesor necesario del blindaje, del peso por metro cuadrado para ese espesor y del coste por metro cuadrado de material.

El coste del blindaje era de 585 euros/m² de acero balístico Secure 500 (ver Anexo I) para protección BR/FB7. El coste del vidrio blindado con protección BR7 era de 3850 euros/m².

Para calcular el presupuesto se necesitan saber los metros cuadrados de material, por lo que se empleará la herramienta de medición del software SolidWorks para averiguar el área de los componentes del blindaje.

Como en el caso del acero se tienen diferentes espesores, se convertirán las áreas medidas a volúmenes multiplicando cada una por su espesor correspondiente y así poder sumarlos. Una vez sumadas, se dividirá el resultado entre el espesor de 15,5 mm consiguiendo la medida en las unidades necesarias para poder operar con el dato recibido en metros cuadrados. Tras todas las mediciones y operaciones se obtiene que serán necesarios 13,77 m² de acero y 1,77 m² de vidrio para el total del blindaje. Con estos datos se calculará el precio del blindaje.

Además de los materiales del blindaje, son necesarios remaches tipo perno-collar, habiendo sido elegido el modelo Avdelok® XT 2851 Series de 12.7mm de diámetro, ID 52 (Anexo E). En cada marco se necesitan 14 remaches, excepto en la ventana central frontal que usa 8. El blindaje consta en total de 18 ventanas, teniendo 17 ventanas 14 remaches y una 8 remaches, lo que da un total de 246 remaches.

Tras contactar con la empresa POP Avdel, se pidió presupuesto para estos remaches. En un principio la respuesta fue infructuosa ya que se negaron a proporcionar un presupuesto, por lo que se procedió a contactar vía teléfono, y a pesar de no conseguir un presupuesto por escrito, se obtuvo de forma verbal un coste unitario de 16,37 euros.

Con todos estos datos se procede a calcular el coste total de los materiales del blindaje.

Material	Cantidad/m2	Precio unidad/m2	Coste total
Avdelok® XT 2851	246 uds	16,37€/uds	4027,02€
Acero balístico Secure 500	13,77 m2	585€/m2	8055,45€
Vidrio balístico	1,77 m2	3850€/m2	6814,5€
Total			18896,97€

Tabla 5. Costes de material

6. Efectos del Blindaje sobre la maquinaria

En el ámbito de las FAS existen varios vehículos que se han obtenido mediante la adaptación de otros modelos. Estas adaptaciones normalmente han provocado una problemática en el vehículo ya que originalmente no estaba diseñado para ese uso, lo que daba a lugar a muchas averías y su consecuente gasto en mantenimiento.

Un claro ejemplo de este tipo de vehículos es el carro de zapadores. Se diseñó a partir del carro de combate americano M-60, sustituyendo la torreta por un implemento de retroexcavadora. Esta adaptación provocó un cambio en la distribución de cargas del vehículo y la sobrecarga del sistema hidráulico, ya que el sistema que antes hacía girar la torreta ahora debía, además del giro, alimentar el brazo retroexcavadora. Esto provocaba que el sistema hidráulico se sobrecargara y tuviera una gran cantidad de averías, lo que no solo supone un gasto de dinero, sino también que un vehículo que es recurso crítico quede inutilizado.

Al blindar la cabina del bulldozer Caterpillar D5K2 realizamos una importante modificación en el peso del vehículo que, al igual que en el ejemplo anterior, podrá acarrear consecuencias sobre sus elementos.

Entre la información que la empresa Unibus aportó sobre sus materiales de blindaje, proporcionó el peso del acero balístico y del vidrio de seguridad por metro cuadrado, siendo el del acero 151,9 kg/m² y el del vidrio es de 78,6 kg/m², teniendo en cuenta que dicho peso se corresponde con un espesor de 15,5 mm para el acero y de 78,6 mm en el vidrio.

Teniendo en cuenta las áreas de acero calculadas en el análisis de costes, se obtenían 13,77 m² y 1,77 m² de vidrio, que, al multiplicar los valores por su peso correspondiente y sumarlos, se obtiene un peso total del blindaje de 2230,785 kg, que al compararlo con el peso del bulldozer (9726kg) se corresponde con un 22,9 % del peso total.

Este sobrepeso supone pasar de una relación peso potencia de 93,52 kg/hp a 114,97 kg/hp, por lo que el motor de la máquina estará más forzado, pero no impedirá que el bulldozer pueda funcionar y desarrollar sus funciones, aunque sus capacidades se verán disminuidas, como la capacidad de empuje. Además de la disminución de capacidades, el desgaste de la máquina se verá muy incrementado, por lo que será necesario realizar mantenimientos preventivos más frecuentemente para intentar que no aparezca ninguna avería importante que pueda dejar inoperativo el vehículo.

Otra solución para evitar averías sería analizar la posibilidad de sustituir las piezas que sufren más desgaste por unas de más capacidad o que estén diseñadas para soportar una mayor carga. Un ejemplo sería el sistema de amortiguación. Los cilindros hidráulicos de este sistema podrían sustituirse por unos de mayor capacidad evitando las averías, pero supondría una inversión que encarecería la implantación del blindaje.

7. Conclusiones

El blindaje del bulldozer Caterpillar D5K2 técnicamente es una posibilidad viable. Este tipo de máquinas son muy resistentes y tienen mucha potencia, por lo que, a pesar del sobrepeso, con un adecuado mantenimiento y algunas adaptaciones de sus componentes podría funcionar sin tener ningún tipo de avería y aportar muchas posibilidades al arma de ingenieros durante los despliegues.

A pesar de ello, independientemente del mantenimiento que se le realice, el bulldozer perderá capacidades porque su mecánica estará sometida a mayores esfuerzos. En uno de los campos en los que se perderá capacidad será en el de movimiento de tierras. Como la máquina está pensada para su uso en ZO, esta pérdida de rendimiento general no afectará demasiado debido a que permitiría trabajar con ella de forma continuada a pesar de recibir hostigamientos enemigos, por lo que realmente el rendimiento de la máquina aumentaría al poder trabajar más horas.

Otra capacidad que se verá mermada es la de movilidad. El aumento de peso podrá afectar a la capacidad para superar pendientes, estableciendo una limitación a la hora de desplazarse en ZO. Esto puede presentar un gran problema táctico porque sería necesario el reconocimiento de nuevas rutas por las que el bulldozer pudiera circular, algo que es muy costoso en cuanto a tiempo y personal, especialmente en ZO donde se añade el incremento de peligrosidad ante ataques enemigos.

Por otro lado, al realizar el análisis del coste del blindaje, se ha observado que únicamente los gastos de los materiales principales suponen un coste muy elevado. A este coste se le debe sumar el de la mano de obra, que normalmente suele ser superior al de los materiales, especialmente si se ven involucrados procesos de soldadura que implican muchas horas de trabajo y trabajadores especializados (siempre y cuando se realicen de forma manual y no robótica).

Considerando lo expuesto anteriormente, se llega a la conclusión de que a pesar de la gran utilidad que aportaría a las FAS y en especial a las unidades de ingenieros la presencia de un bulldozer blindado, actualmente la prioridad reside en el aspecto económico. Debido a esto, el alto coste que presenta el proyecto, junto a un incremento de gastos en lo referente a mantenimiento, hace que sea muy difícil que se decida ponerlo en práctica.

7.1. Líneas futuras

El diseño del blindaje se ha centrado en la cabina del bulldozer D5K2, pero mediante unas pequeñas modificaciones, como ajustar las medidas y la instalación de nuevas ventanas según la necesidad de visibilidad del operador, se podría adaptar para otras máquinas de movimiento de tierras, permitiendo aumentar la utilidad del proyecto.

Por otro lado, en este trabajo se ha diseñado el blindaje buscando que el precio fuera lo más reducido posible pero salvaguardando la seguridad en todo momento. Por ello los materiales elegidos para el blindaje, a pesar de que cumplen con las expectativas de protección, tienen el inconveniente de poseer un peso elevado, siendo una característica crítica a la hora de implementar un blindaje por la sobrecarga que se supone en el vehículo.

Una línea de acción futura será la búsqueda e implementación de materiales más ligeros o novedosos para que el blindaje sea más efectivo y a su vez no se pierda ninguna capacidad. Un ejemplo de estos materiales son los meta-materiales como las nano – esferas:

“Material transparente formado por la autounión de nanoesferas, que es el material orgánico más tenaz jamás creado, sobrepasando las propiedades del acero inoxidable e incluso del Kevlar. Puede servir para armaduras impresas, para fortalecer metales y materiales compuestos y para crear implantes médicos.” [13]

Este tipo de materiales supondrán una revolución en el ámbito de la protección. Si bien actualmente tienen un precio muy elevado al ser materiales novedosos, con el tiempo su precio disminuirá y su implementación permitirá un gran desarrollo.

Otra línea de acción futura sería la de suprimir las ventanas del blindaje sustituyéndolas en su totalidad por blindaje opaco y manejar el vehículo desde el interior a través de un conjunto de cámaras que permitan una visibilidad en 360 grados. La eliminación de las ventanas supone suprimir los puntos más vulnerables del blindaje, aumentando mucho el grado de protección. A su vez, un sistema de cámaras podría aumentar en gran medida la visibilidad, ya que podrían aportar un mayor campo de visión que las propias ventanas. El único riesgo de este sistema sería la posibilidad de avería del sistema de cámaras, que haría que el operador se quedara completamente a ciegas, inutilizando el vehículo.

Además de estas posibles mejoras, para mejorar la seguridad de los operadores, en el futuro se podría buscar convertir el bulldozer en autónomo o radio controlado. En el mundo civil ya existe maquinaria agrícola y de movimiento de tierras que funciona de forma autónoma mediante la sincronización GPS, por lo que la extrapolación e implementación de esta tecnología supondría la eliminación total del riesgo para los operadores y permitiría una mayor explotación de las capacidades y posibilidades del bulldozer.

Por último, para mejorar la protección del blindaje bulldozer, se podría complementar añadiendo un blindaje inferior para la protección contra IEDs. El diseño más habitual es el de la adición de dos placas en forma de “V” para conseguir canalizar hacia el exterior la onda expansiva de la explosión minimizando los daños en el habitáculo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Tendencias volumen II: "Tendencias según especialidades"* - DIDOM-IV-005. Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales, Mando de Adiestramiento y Doctrina, Ejército de Tierra, febrero 2016.
- [2] http://www.defensa.gob.es/misiones/en_exterior/
- [3] *Non-State armed groups in the Central African Republic. Types and sources of documented arms and ammunition.* Conflict Armament Research, January 2015.
- [4] *The distribution of Iranian ammunition in Africa. Evidence from a nice-country investigation.* Conflict Armament Research.
- [5] *Rebel forces in northern Mali. Documented weapons,ammunition and related material.* Conflict Armament Research, April 2012 – March 2013.
- [6] *PD4-011. Explosivos y destrucciones. Procedimientos específicos.* Mando de Adiestramiento y Doctrina, Ejército de Tierra, marzo 2015.
- [7] Fuente www.architecturalarmor.com
- [8] Fuente www.zona-militar.com
- [9] Fuente www.industriasmonalma.es
- [10] Fuente <https://matterchatter.wordpress.com>
- [11] *Soldabilidad de un acero de blindaje con electrodos de acero inoxidable austenítico.* Tesis de maestría realizada por Jorge Enrique Giraldo Barrada, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín – Facultad de Minas, agosto 2005.
- [12] www.ssab.es/products/brands/armox
- [13] *Tendencias* - DIDOM-IV-004. Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales, Mando de Adiestramiento y Doctrina, Ejército de Tierra, febrero 2016.

ANEXOS

Anexo A. Cat® D5K2



Cat® D5K2

TRACK-TYPE TRACTOR

FEATURES:

- **Slope Indicate** – New grade control feature provides you slope of blade in cross slope direction and mainfall (fore/aft) direction without having to estimate.
- **Slope Assist** – New optional grade control feature which helps you more easily achieve the desired blade mainfall and cross slope automatically.
- **Stable Blade** – New blade control feature helps you obtain a finish grade with less operator effort.
- **Automatic Traction Control** – New traction control feature automatically reduces track slip without having to lift blade providing improved productivity and reduced undercarriage wear for lower operating costs.
- **Eco Mode** – New engine throttle settings reduce fuel consumption up to 20% to save you more money.
- **Heated and Ventilated Seat** – Experience a new level of comfort in all climates with the new optional heated and ventilated air suspension seat.
- **Power Pitch Blade** – This option lets the operator easily adjust the blade pitch to optimize productivity.
- **Engine** – Cat® C4.4 ACERT™ diesel engine meets U.S. EPA Tier 4 Final/ EU Stage IV/Japan 2014 (Tier 4 Final) emission standards.
- **Heated, Seat-Mounted Controls** – Heated joysticks (optional) offer even greater comfort in cold climates.
- **AccuGrade™** – Optional grade control system enables operators to cut and fill to grade with increased accuracy, minimizing the need for traditional stakes and grade checkers. Large, 177 mm (7"), AccuGrade monitor is built into the machine's dash for easy viewing during operation.
- **Undercarriage** – Choice of undercarriage to give you the lowest costs per hour. Select either the standard sealed and lubricated track (SALT) undercarriage or the innovative SystemOne™ undercarriage.

Specifications

Engine

Engine Model	Cat C4.4 ACERT	
Rated Net Power @ 2,200 rpm		
SAE J1349	77.6 kW	104 hp
ISO 9249/EEC 80/1269	77.6 kW	104 hp
Bore	105 mm	4.13 in
Stroke	127 mm	5 in
Displacement	4.4 L	269 in ³

- Engine meets Tier 4 Final/Stage IV/Japan 2014 (Tier 4 Final) emission standards.

Weights

Operating Weight – XL	9214 kg	20,313 lb
Operating Weight – LGP	9522 kg	20,992 lb
Operating Weight – LGP, 762 mm/30 in	9726 kg	21,442 lb

- Specifications shown are for machine equipped with dozer blade, canopy ROPS, back-up alarm, operator, coolant, lubricants and full fuel tank.

Cab

Sound Levels:	
ISO 6396:2008	77 dB(A)
SAE J1166 FEB2008	78 dB(A)
ROPS	SAE J397-OCT95, SAE J1040-May94, ISO 3471-94, ISO 3164 2008
FOPS	SAE J231-JAN81, ISO 3449 2005 Level III

Transmission

Drive Pumps	1	
Track Motors	2	
Relief Valve Settings	48 500 kPa	7,033 psi
Maximum Travel Speed – Forward	9 km/h	5.6 mph
Maximum Travel Speed – Reverse	10 km/h	6.2 mph

Undercarriage

Number of Rollers (each side)	7	
Number of Shoes (each side) – Sealed and Lubricated Track (SALT) Undercarriage	40	
Number of Shoes (each side) – SystemOne Undercarriage	36	
Shoe Width – XL	510 mm	20 in
Shoe Width – LGP	660 mm	26 in
Shoe Width – LGP, 762 mm (30 in)	762 mm	30 in
Length of Track on Ground – XL	2310 mm	91 in
Length of Track on Ground – LGP	2310 mm	91 in
Length of Track on Ground – LGP, 762 mm (30 in)	2310 mm	91 in
Track Gauge – XL	1600 mm	63 in
Track Gauge – LGP	1750 mm	69 in
Track Gauge – LGP, 762 mm (30 in)	1860 mm	73.2 in
Ground Contact Area – XL	23 562 cm ²	3,652 in ²
Ground Contact Area – LGP	30 492 cm ²	4,726 in ²
Ground Contact Area – LGP, 762 mm (30 in)	35 574 cm ²	5,514 in ²
Ground Pressure – XL	38.6 kPa	5.6 psi
Ground Pressure – LGP	31.1 kPa	4.5 psi
Ground Pressure – LGP, 762 mm (30 in)	27.1 kPa	3.93 psi



D5K2 Track-Type Tractor

Service Refill Capacities

Fuel Tank	195 L	51.5 gal
Crankcase and Filter	11 L	2.91 gal
Final Drives, XL (each side)	10 L	2.6 gal
Final Drives, LGP (each side)	10 L	2.6 gal
Cooling System	22.4 L	5.92 gal
Transmission/Hydraulic Tank	59.5 L	15.7 gal
Diesel Exhaust Fluid (DEF) Tank	19 L	4.9 gal

Hydraulic Controls

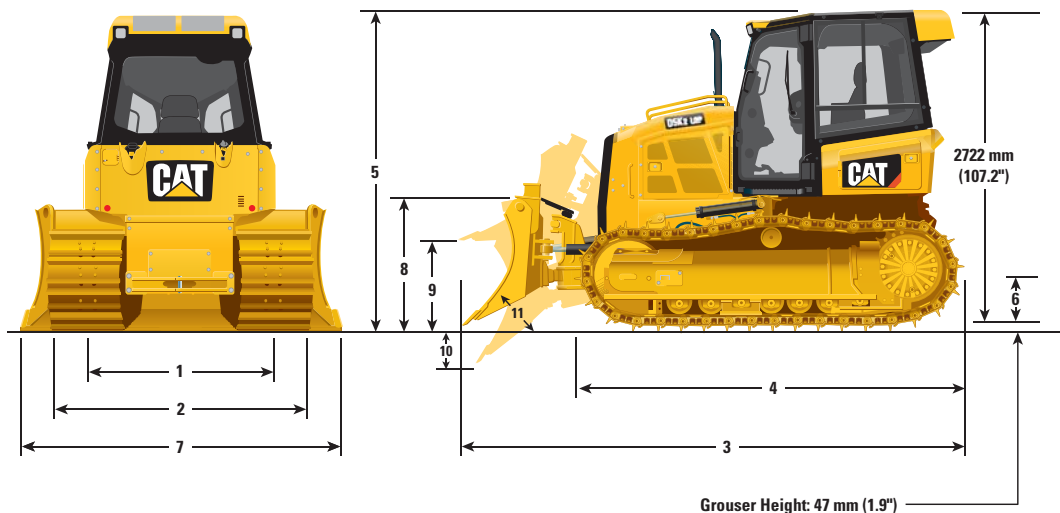
Pump Output	68.0 L/min	17.7 gal/min
Relief Valve Settings	20 600 kPa	2,988 psi

Ripper

Type	Parallelogram	
Number of Shanks	3	
Maximum Digging Depth	337.5 mm	13.3 in
Maximum Reach at Ground Line	555 mm	21.9 in
Maximum Ground Clearance Under Tip	448 mm	17.6 in
Overall Width	1710 mm	67.3 in
Height	165 mm	6.5 in
Weight	554 kg	1,222 lb

Winch

Weight	610 kg	1,345 lb
Winch Drive	Hydrostatic	
Control	Hydraulic	
Speed	Variable	
Winch Length	705 mm	27.76 in
Overall Width	741 mm	29.2 in
Drum Diameter	254 mm	10 in
Drum Width	274 mm	10.8 in
Throat Clearance	171.5 mm	6.75 in
Rope Diameter – recommended	16 mm	0.63 in
Rope Diameter – optional	19 mm	0.75 in
Drum Capacity – recommended cable	113 m	371 ft
Drum Capacity – optional cable	78 m	256 ft
Maximum Line Pull – bare drum	18 144 kg	40,000 lb
Maximum Line Pull – full drum	11 340 kg	25,000 lb
Maximum Line Speed – bare drum	40 m/min	131 ft/min
Maximum Line Speed – full drum	63 m/min	207 ft/min



Dimensions

	XL		LGP		LGP, 770 mm (30 in) shoes	
1 Track Gauge	1600 mm	63 in	1750 mm	68.9 in	1860 mm	73.2 in
2 Width of Tractor (standard shoes, no blade)	2110 mm	83.1 in	2410 mm	94.9 in	2630 mm	103.5 in
3 Overall Length (with blade)	4309 mm	170.1 in	4309 mm	169.1 in	4309 mm	169.1 in
4 Length of Basic Tractor (without blade)	3265 mm	128.5 in	3265 mm	128.5 in	3265 mm	128.5 in
5 Tractor Height	2769 mm	109 in	2769 mm	109 in	2769 mm	109 in
6 Ground Clearance	332 mm	13 in	332 mm	13 in	332 mm	13 in
BLADE	XL		Intermediate		LGP	
7 Blade Width	2782 mm	109.5 in	2921 mm	115 in	3220 mm	126.7 in
8 Blade Height	1073 mm	42.2 in	1010 mm	39.8 in	1010 mm	39.8 in
9 Blade Lift Height	767 mm	30.2 in	767 mm	30.2 in	767 mm	30.2 in
10 Digging Depth	586 mm	23.1 in	572 mm	22.5 in	572 mm	22.5 in
11 Blade Cutting Edge Angle, Adjustable	52° to 58°		52° to 58°		52° to 58°	
Maximum Tilt	402 mm	15.8 in	448 mm	17.6 in	448 mm	17.6 in
Maximum Angle (either side)	25°		25°		25°	
Blade Width at Maximum Angle	2636 mm	103.8 in	2669 mm	105.1 in	2940 mm	115.8 in
Blade Capacity (SAE)	2.19 m ³	2.86 yd ³	2.09 m ³	2.73 yd ³	2.34 m ³	3.06 yd ³

STANDARD EQUIPMENT

ELECTRICAL

- Alternator, 12 volt, 120 Amp, heavy duty brushless
- Alarm, backup
- Batteries (2), heavy duty, maintenance free, 2,000 CCA
- Diagnostic connector
- Horn, electric
- Lights, halogen, 2 front and 2 rear
- Starter, electric, 12 volt

OPERATOR STATION

- ROPS/FOPS canopy
- Seat, air suspended, cloth or vinyl
- Seatbelt, retractable 76 mm (3 in)
- Foot pads, dash
- Electronic Monitoring System with:
 - Gauges for engine coolant temperature, hydraulic oil temperature and fuel level
 - Travel speed limiter, electronic
 - Engine RPM and gear display
 - Hour meter, electric
 - Engine air cleaner service indicator, electronic
 - Water-in-fuel indicator, electronic
- Slope Indicate
- Throttle switch, rotary
- Eco mode
- Controls, seat mounted, fore/aft adjustment
- Armrests, adjustable
- Mirror, rearview, inside
- Single pedal combining deceleration and braking functions
- Independent forward/reverse speed settings
- Power port, 12 volt
- Coat hook
- Storage compartment
- Cup holder
- Floor mat, rubber, heavy duty

HYDRAULICS

- Hydraulics, 3 valve
- Load sensing hydraulics
- Single lever, three function control
- Hydraulic pump and oil
- Stable blade control

POWER TRAIN

- Cat C4.4 ACERT diesel engine, turbocharged, Tier 4 Final/Stage IV/ Japan 2014 (Tier 4 Final) certified with aftertreatment
- Aftercooler, Air-to-Air (ATAAC)
- Aluminum bar plate cooling system (radiator, power train)
- Air cleaner with precleaner, automatic dust ejection and under-hood intake
- Dual path, closed-loop hydrostatic transmission
- Electric fuel priming pump
- Fuel/water separator
- Automatic Traction Control

UNDERCARRIAGE

- SALT Undercarriage
- 7 roller track frame
- Track rollers, lifetime lubricated
- Carrier rollers
- Track adjusters, hydraulic
- Guards, front/rear guiding
- Master link

OTHER STANDARD EQUIPMENT

- Cat Product Link™ PL631 Satellite/PL641 Cellular
- C-Frame, VPAT, hydraulic cylinders and lines
- Lockable engine enclosures
- Front pull device
- Rigid drawbar
- Ecology drains (engine, power train and implement oil and engine coolant)
- Scheduled oil sampling ports (engine, power train implement oil)
- Vandalism protection
- Heavy duty crankcase guard

ANTIFREEZE

- Extended life coolant, -37° C (-35° F)

D5K2 Track-Type Tractor

OPTIONAL EQUIPMENT

ELECTRICAL

- Integrated four front halogen lights, two rear halogen lights

POWER TRAIN

- Drive, auxiliary
- Installation, winch

UNDERCARRIAGE

- Track Pairs, XL:
 - Track, 510 mm (20 in) MS SystemOne
- Track Pairs, LGP:
 - Track, 660 mm (26 in) MS SystemOne
 - Track, 762 mm (30 in) MS SystemOne

OPERATOR STATION

- Cab with air conditioning
- Cab, polycarbonate windows and air conditioning
- Seat, air suspension, choice of:
 - Vinyl, heated seat with heated controls
 - Cloth, heated seat with heated controls
 - Cloth, heated and ventilated seat with heated controls
- Radio, AM/FM, Bluetooth
- Sound suppression

HYDRAULICS

- Hydraulics, 4 valve for use with ripper
- Hydraulics, 4 valve for use with winch

GUARDS

- Guard, rear, heavy duty
- Grill, radiator, heavy duty
- Guard, track guiding, center
- Guard, track roller, full length
- Screen, rear, cab
- Screen, side, cab
- Screen, rear, canopy
- Screen, front and doors, canopy
- Sweeps, front
- Sweeps, rear

BLADES

- VPAT XL blade
- VPAT LGP blade
- VPAT Intermediate blade

REAR ATTACHMENTS

- Drawbar, towing
- Mounting, winch
- Ripper, parallelogram, includes three shanks and teeth

REAR ATTACHMENT CONTROL

- Control, ripper
- Control, winch
- Control, ripper and winch

MACHINE CONTROL AND GUIDANCE

- Installation, AccuGrade ready, includes Cat Grade Control Slope Assist
- Power Pitch blade control

STARTING AIDS

- Heater, engine, coolant, 120 volt
- Starting aid, ether

OTHER ATTACHMENTS

- Machine Security System

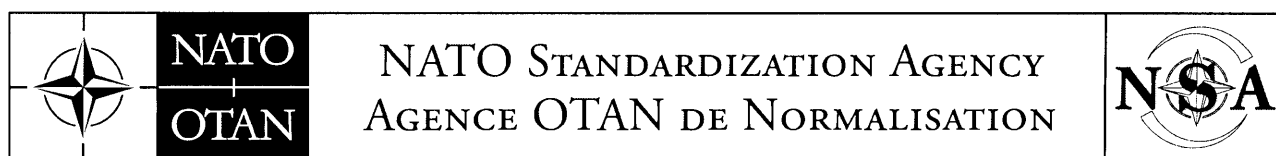
ANTIFREEZE

- Extended life coolant, -50° C (-58° F)

FIELD INSTALLED ATTACHMENT

- Winch, hydrostatic

Anexo B. STANAG - 4569



18 December 2012

NSA/1384(2012)LMC/4569

See CNAD AC/225 STANAG distribution

**STANAG 4569 (EDITION 2) - PROTECTION LEVELS FOR OCCUPANTS OF
ARMoured VEHICLES**

References:

- A. NSA/0533-LAND/4569 dated 24 May 2004
- B. AC/225-D(2011)0012 (PFP), dated 31 May 2011

1. The enclosed NATO Standardization Agreement, which has been ratified by nations as reflected in the NATO Standardization Document Database (NSDD), is promulgated herewith.

2. The reference listed above is to be destroyed in accordance with local document destruction procedures.

ACTION BY NATIONAL STAFFS

3. National staffs are requested to and, if they have not already done so, advise the Defence Investment Division through their national delegation as appropriate of their intention regarding its ratification and implementation.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Cihangir AKSIT', is written over a horizontal line.

Dr. Cihangir AKSIT, TUR Civ
Director, NATO Standardization Agency

Enclosure:

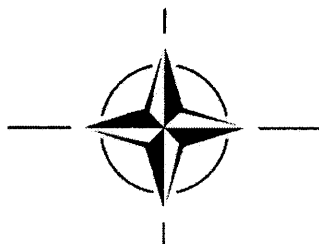
STANAG 4569 (Edition 2)

©NATO/OTAN

NATO Standardization Agency – Agence OTAN de normalisation
B-1110 Brussels, Belgium Internet site: <http://nsa.nato.int>
E-mail: nsa@nsa.nato.int – Tel 32.2.707.5556 – Fax 32.2.707.5718

NATO/PFP UNCLASSIFIED

**NORTH ATLANTIC TREATY ORGANISATION
(NATO)**

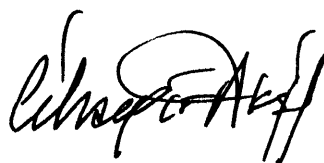


**NATO STANDARDIZATION AGENCY
(NSA)**

**STANDARDIZATION AGREEMENT
(STANAG)**

SUBJECT: PROTECTION LEVELS FOR OCCUPANTS OF ARMoured VEHICLES

Promulgated on 18 December 2012



Dr. Cihangir AKSIT, TUR Civ
Director, NATO Standardization Agency

RECORD OF AMENDMENTS

No.	Reference/Date of amendment	Date entered	Signature

EXPLANATORY NOTES

AGREEMENT

1. This STANAG is promulgated by the Director NATO Standardization Agency under the authority vested in him by the NATO Standardization Organisation Charter.
2. No departure may be made from the agreement without informing the tasking authority in the form of a reservation. Nations may propose changes at any time to the tasking authority where they will be processed in the same manner as the original agreement.
3. Ratifying nations have agreed that national orders, manuals and instructions implementing this STANAG will include a reference to the STANAG number for purposes of identification.

RATIFICATION, IMPLEMENTATION AND RESERVATIONS

4. Ratification, implementation and reservation details are available on request or through the NSA websites (internet <http://nsa.nato.int>; NATO Secure WAN <http://nsa.hq.nato.int>).

RESTRICTIONS TO REPRODUCTION

5. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, used commercially, adapted, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photo-copying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. With the exception of commercial sales, this does not apply to member nations and Partnership for Peace countries, or NATO commands and bodies.

FEEDBACK

6. Any comments concerning this publication should be directed to NATO/NSA – Bvd Leopold III - 1110 Brussels - Belgium..

NATO STANDARDIZATION AGREEMENT
(STANAG)

PROTECTION LEVELS FOR OCCUPANTS OF ARMoured VEHICLES

Annexes:

- | | |
|---|---|
| A | KE protection levels for occupants of armoured vehicles |
| B | Protection levels for occupants of armoured vehicles for grenade and blast mine threats |

Related Documents:

AEP-55 Procedures for evaluating the protection level of armoured vehicles.

Volume 1 KE and artillery threats

Volume 2 Mine threats

Volume 3 IED threats (in preparation)

Volume 4 CE threats (in preparation)

AIM

1. The aim of this agreement is to standardise protection levels for armoured vehicle occupants to ensure that:
 - (a) commanders in the field can select the right equipment to fulfil a mission under the given threat;
 - (b) nations have a planning guide to deploy the appropriate equipment to address theatre specific threats; and
 - (c) nations can develop and upgrade their equipment to match given threats.

AGREEMENT

2. Participating nations agree to adopt the two lists of protection levels outlined in Annexes A to B and to use the appropriate designation when describing their protective capabilities to other NATO nations. This will ensure interoperability in multinational missions by using equipment with matching protection levels against a given threat.
3. The protection level list is based on a 90% probability of providing protection to the occupants at a given threat. The use of AEP-55 Volumes is mandatory for testing. National Authorities may at their discretion accept any deviation from the procedures outlined in the AEP Volumes, provided the procedures used are judged equivalent and are well documented. An update of this STANAG (4569) will be produced within 3 years, when greater guidance may prove possible.

DEFINITIONS

4. The following terms and definitions are used for the purpose of this agreement:
- (a) Armoured vehicle
Vehicles which provide protection from weapons up to a maximum of 30 mm calibre.

IMPLEMENTATION OF THE AGREEMENT

5. This STANAG shall be considered to be implemented when a nation has issued the protection level lists to commanders in the field, to those responsible for deploying equipment (vehicles) and the development of testing agencies, in all instances requiring its use when describing the protection level of a national vehicle to another NATO nation.

KE PROTECTION LEVELS FOR OCCUPANTS OF ARMOURED VEHICLES

Level	KE-Threat	Reference – Artillery – Threat
6	Weapon: Automatic Cannon, 30 mm Ammunition: APFSDS and AP Distance: 500 m Angle: frontal arc to centreline: $\pm 30^\circ$ sides included; elevation 0°	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 10 m Azimuth 360° Elevation: $0 - 90^\circ$
5	Weapon: Automatic Cannon, 25 mm Ammunition: APDS and APFSDS Distance: 500 m Angle: frontal arc to centreline: $\pm 30^\circ$ sides included; elevation 0°	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 25 m Azimuth 360° Elevation: $0 - 90^\circ$
4	Weapon: Heavy Machine Gun, 14.5 mm Ammunition: AP Distance: 200 m Angle: azimuth 360° ; elevation 0°	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 25 m Azimuth 360° Elevation: $0 - 90^\circ$
3	Weapon: Machine Gun and Sniper rifles, 7.62 mm Ammunition: AP tungsten carbide and AP hard steel core Distance: 30 m Angle: azimuth 360° ; elevation $0-30^\circ$	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 60 m Azimuth 360° Elevation: $0^\circ - 30^\circ$
2	Weapon: Assault rifles, 7.62 mm Ammunition: AP steel core Distance: 30 m Angle: azimuth 360° ; elevation $0-30^\circ$	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 80 m Azimuth 360° Elevation: $0^\circ - 22^\circ$
1	Weapon: Assault rifles: 7.62 and 5.56 mm Ammunition: Ball Distance: 30 m Angle: azimuth 360° ; elevation $0-30^\circ$	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 100 m Azimuth 360° Elevation: $0^\circ - 18^\circ$

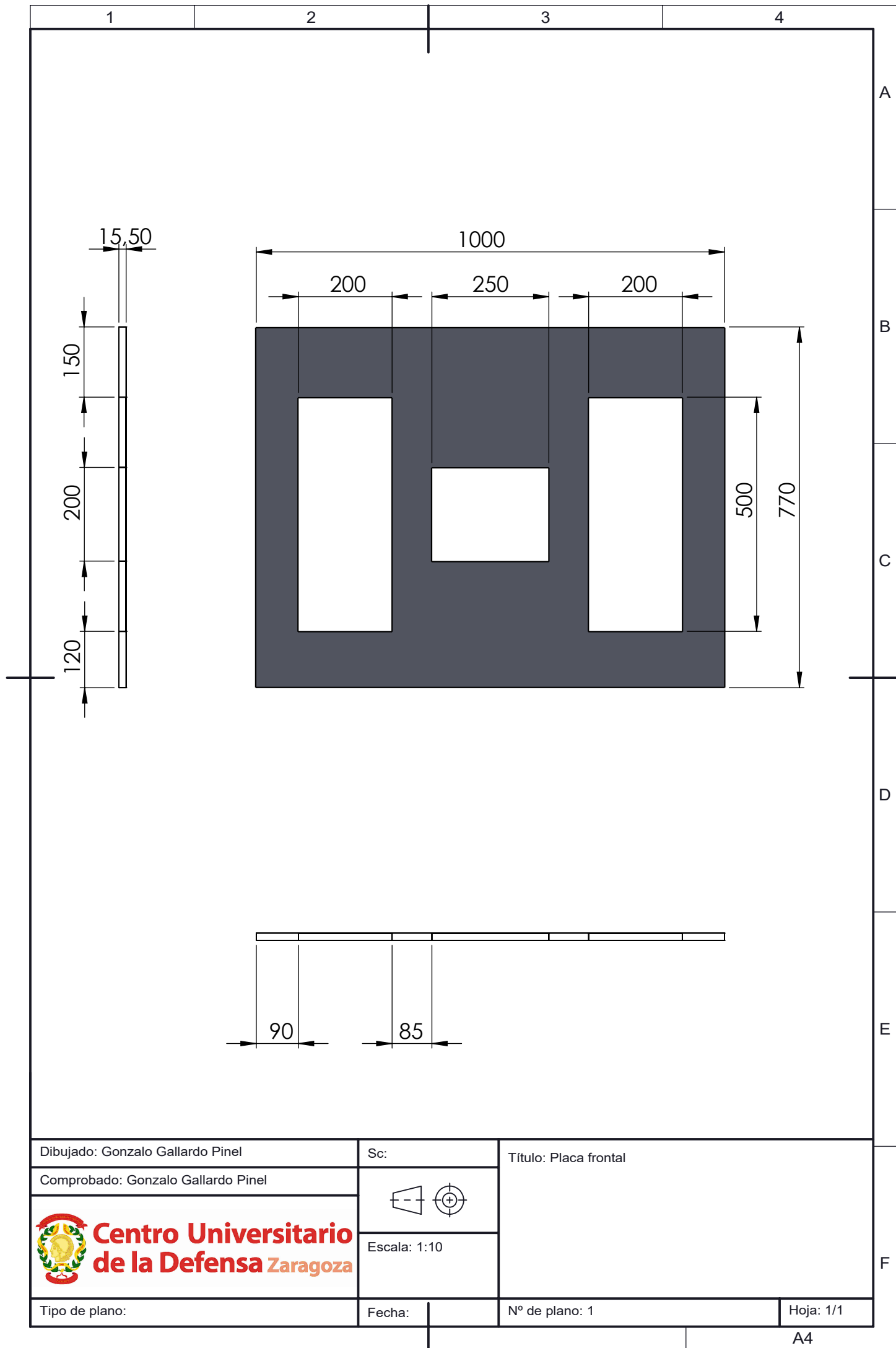
As notification of the protection level is advised to use the first character of the threat type followed by the protection level (e.g. K2).

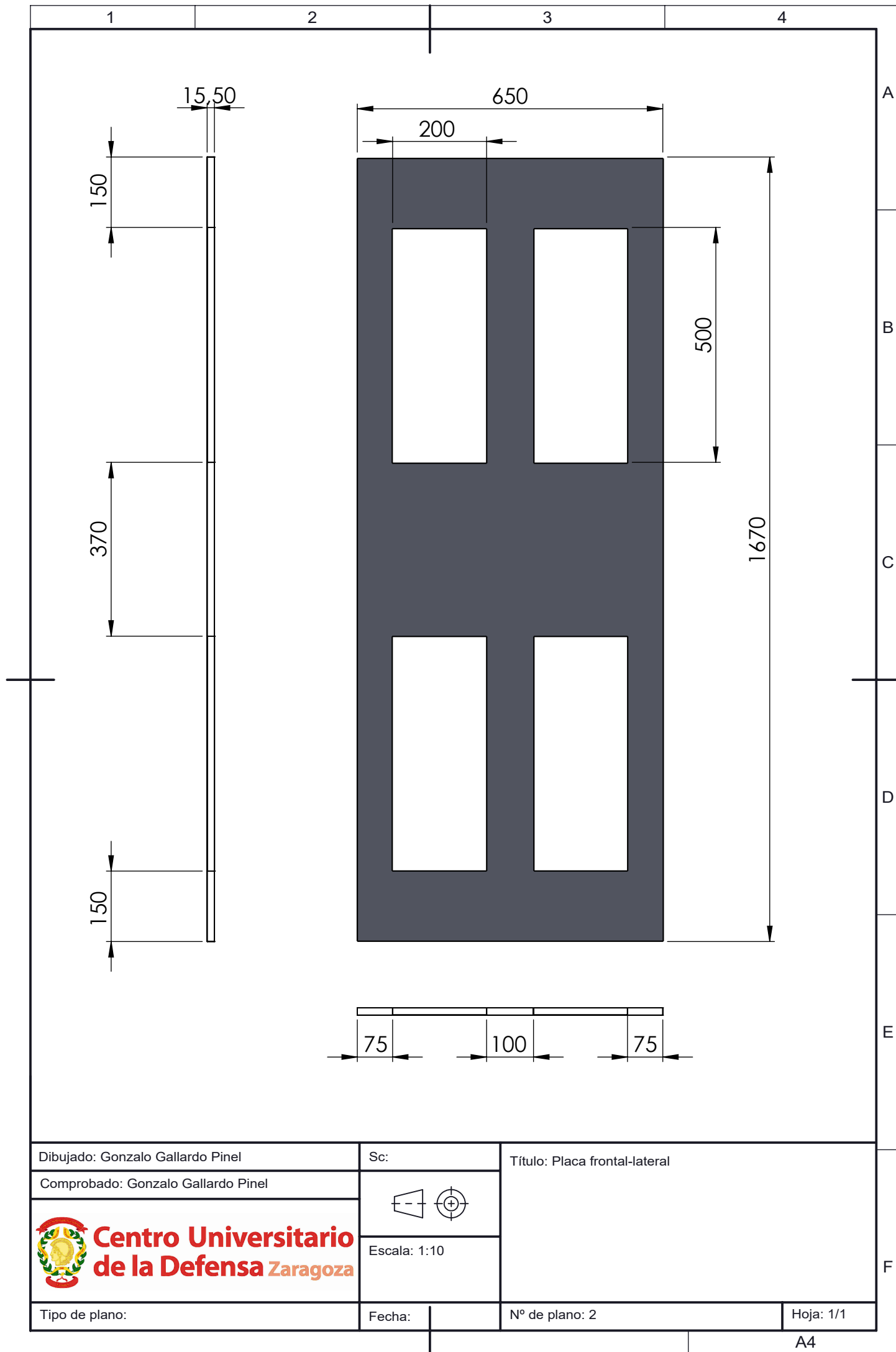
PROTECTION LEVELS FOR OCCUPANTS OF ARMOURED VEHICLES FOR GRENADE AND
BLAST MINE THREATS

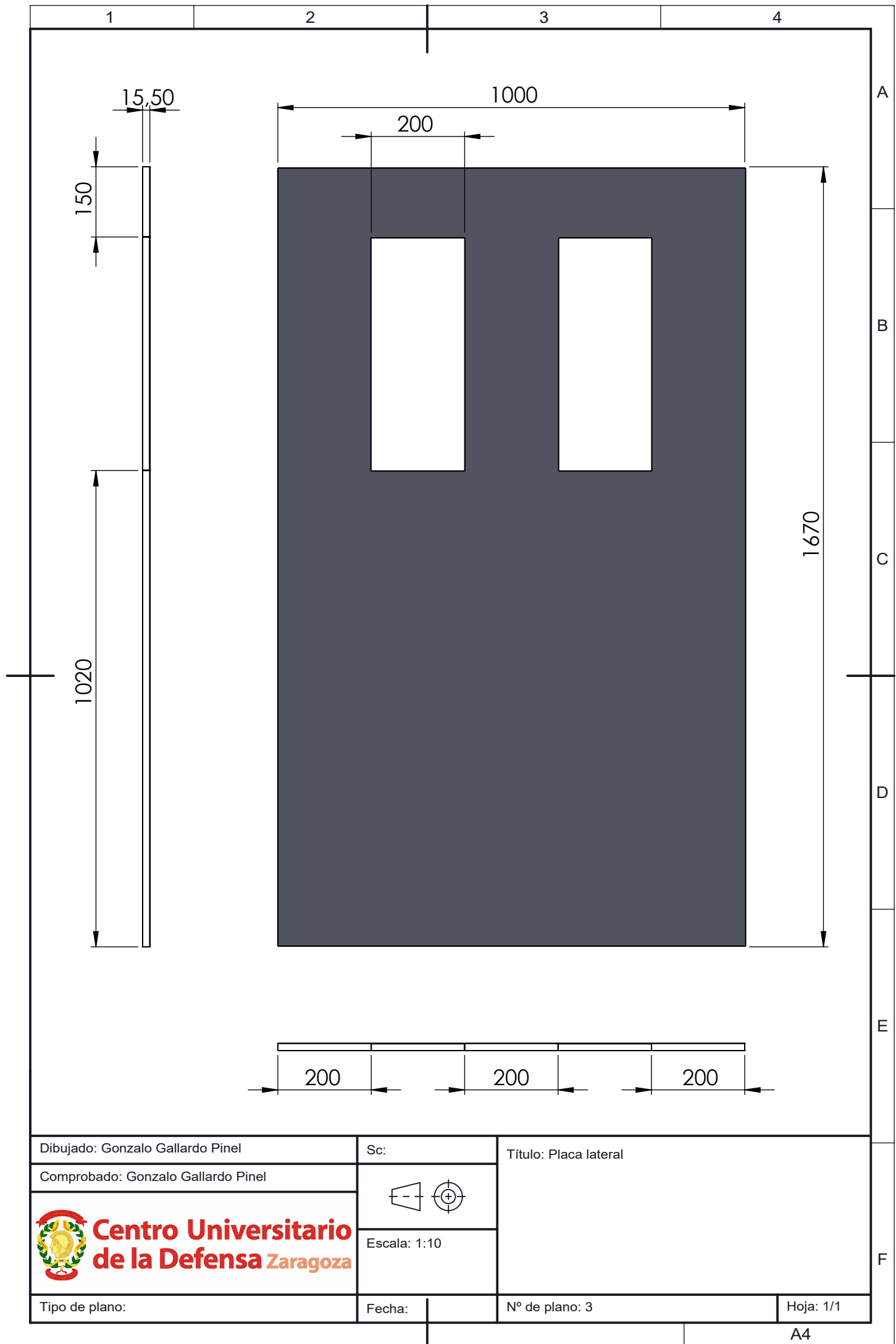
Level		Grenade and Blast Mine threat	
4	4b	Mine Explosion under belly	10 kg (explosive mass) Blast AT Mine
	4a	Mine Explosion pressure activated under any wheel or track location	
3	3b	Mine Explosion under belly	8 kg (explosive mass) Blast AT Mine
	3a	Mine Explosion pressure activated under any wheel or track location	
2	2b	Mine Explosion under belly	6 kg (explosive mass) Blast AT Mine
	2a	Mine Explosion pressure activated under any wheel or track location	
1	Hand grenades, unexploded artillery fragmenting submunitions, and other small anti personnel explosive devices detonated anywhere under the vehicle		

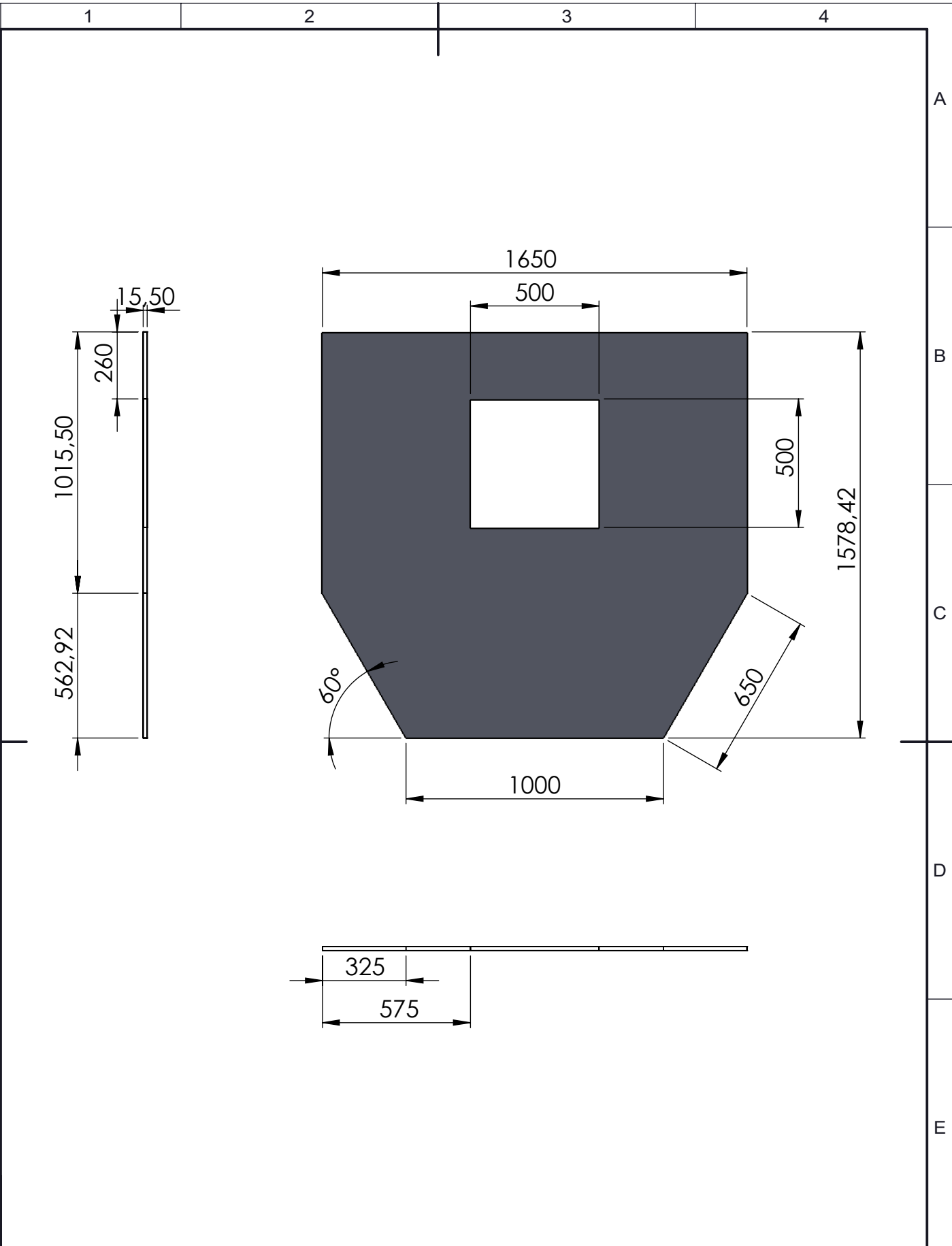
As notification of the protection level is advised to use the first character of the threat type followed by the protection level (e.g. M2b).

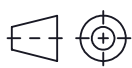

Anexo C. Planos blindaje principal



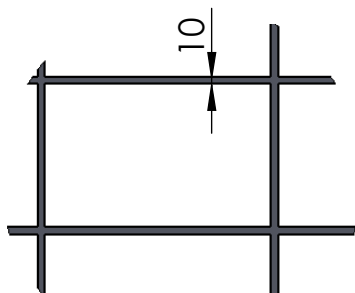
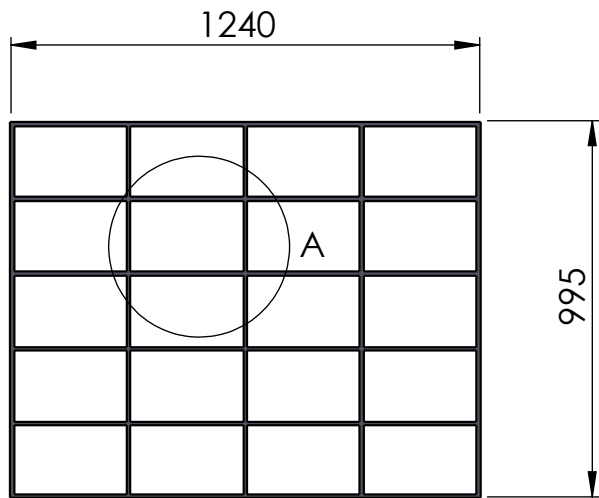
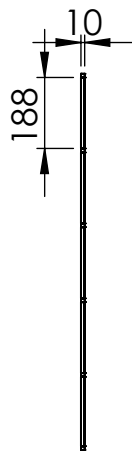




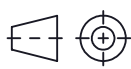



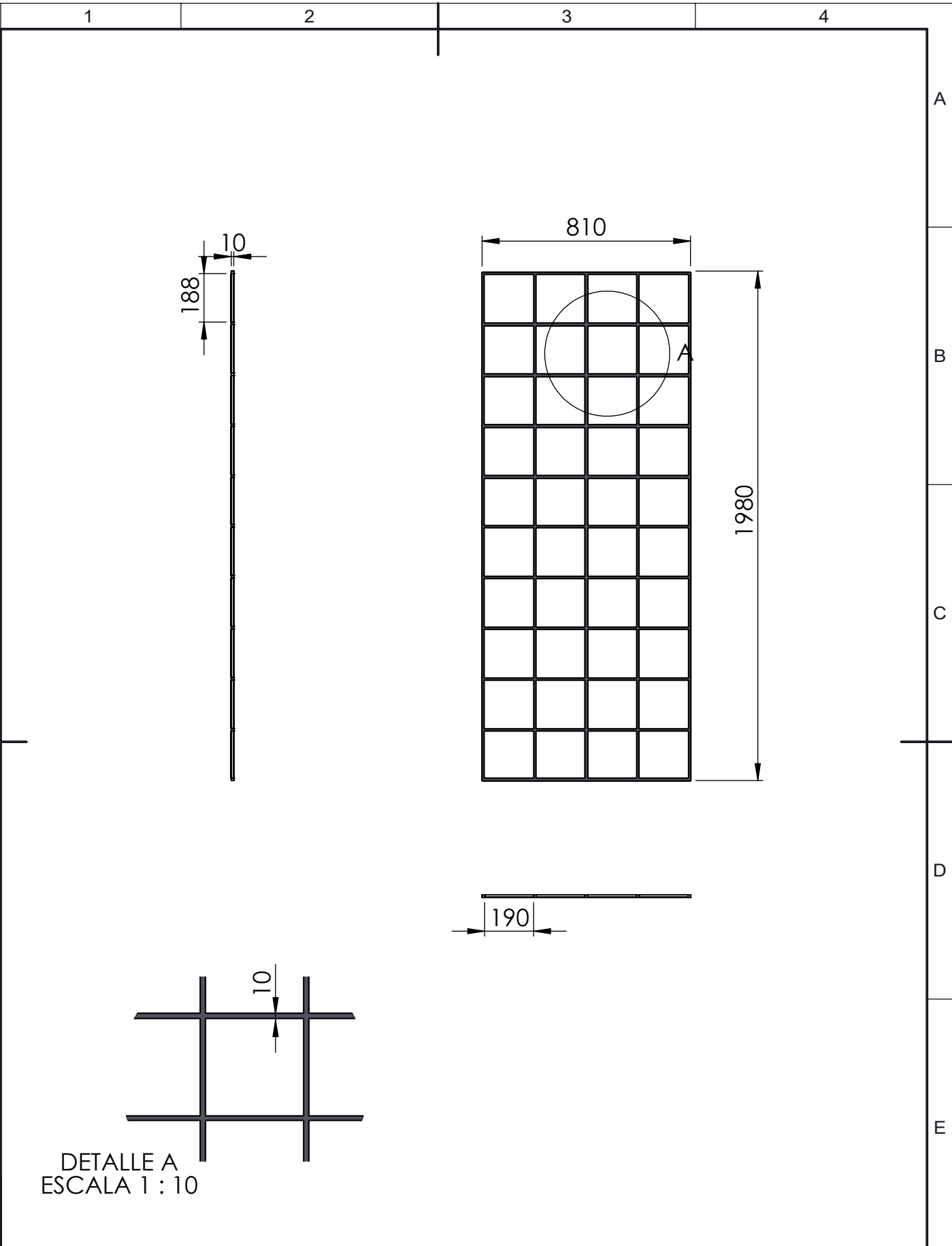
Dibujado: Gonzalo Gallardo Pinel		Sc:		Título: Placa superior	
Comprobado: Gonzalo Gallardo Pinel					
 Centro Universitario de la Defensa Zaragoza					
		Escala: 1:20			
Tipo de plano:		Fecha:		Nº de plano: 5	Hoja: 1/1
A4					

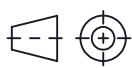

Anexo D. Planos blindaje de rejas

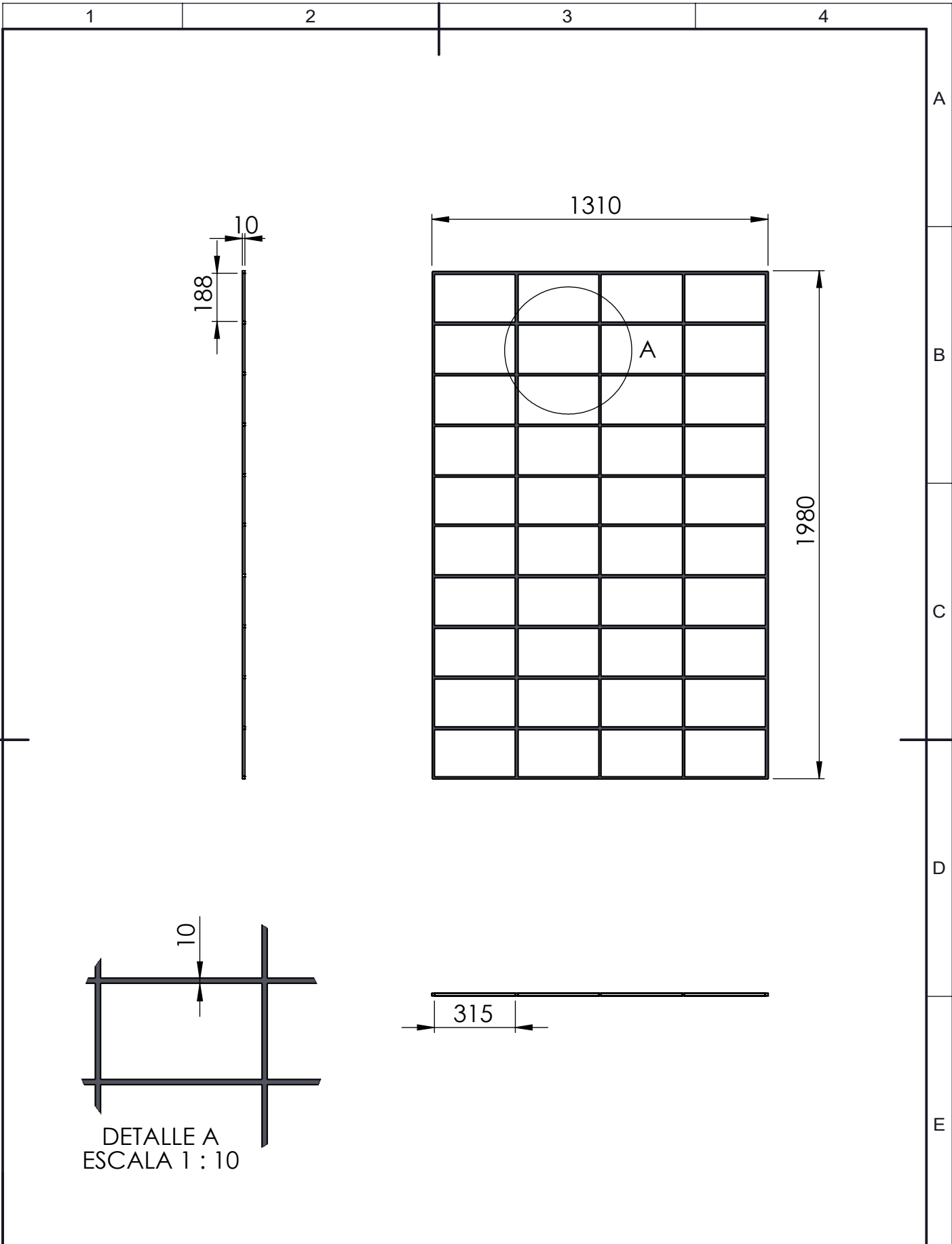




DETALLE A
ESCALA 1 : 10

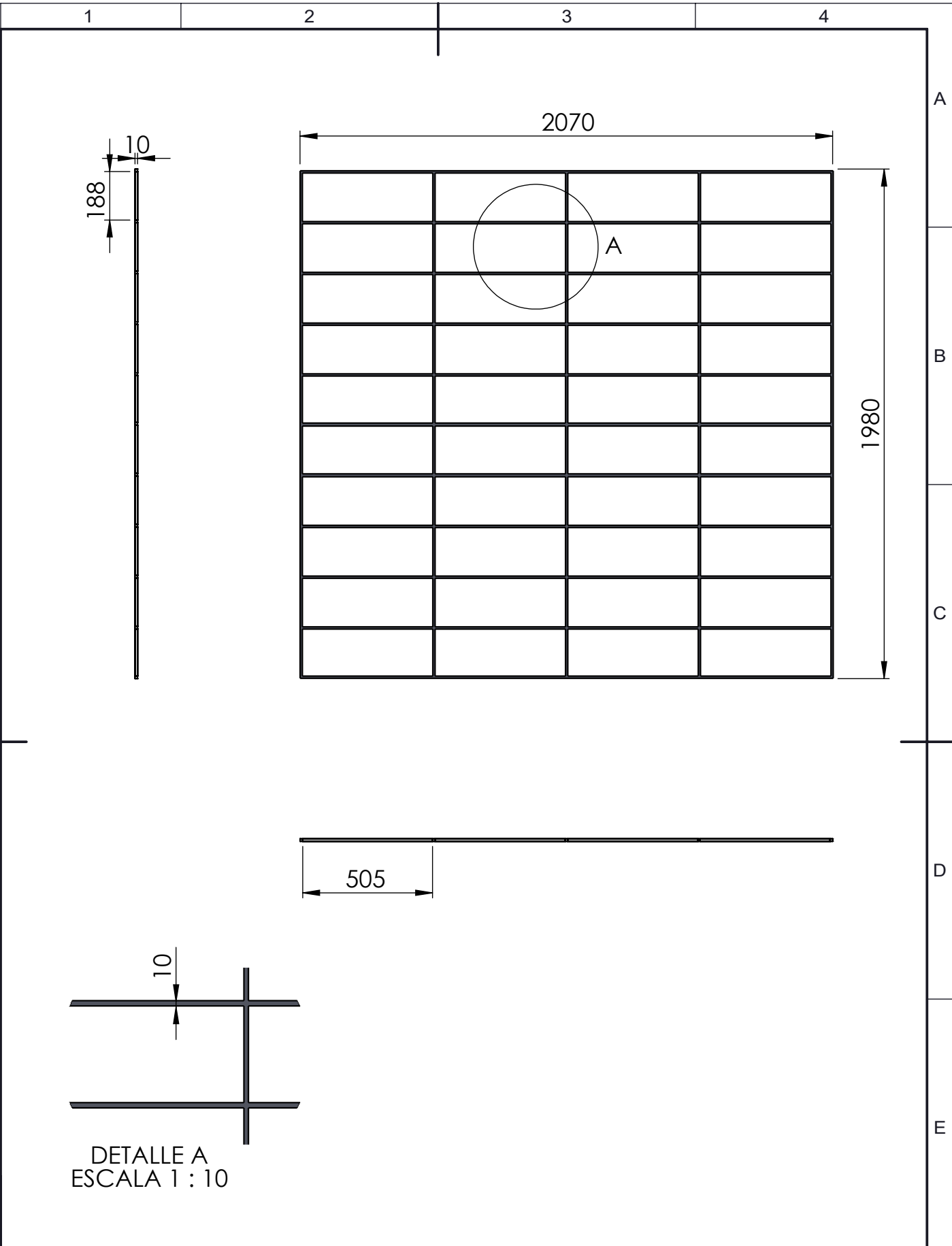
Dibujado: Gonzalo Gallardo Pinel	Sc:	Título: Reja frontal	
Comprobado: Gonzalo Gallardo Pinel			
 Centro Universitario de la Defensa Zaragoza	Escala: 1:20		
	Tipo de plano:	Fecha:	Nº de plano:1

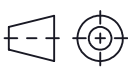



Dibujado: Gonzalo Gallardo Pinel		Sc:		Título: Reja frontal-lateral	
Comprobado: Gonzalo Gallardo Pinel					
 Centro Universitario de la Defensa Zaragoza		Escala: 1:20			
Tipo de plano:		Fecha:		Nº de plano: 2	Hoja: 1/1
A4					



Dibujado: Gonzalo Gallardo Pinel		Sc:		Título: Reja lateral	
Comprobado: Gonzalo Gallardo Pinel					
 Centro Universitario de la Defensa Zaragoza					
Tipo de plano:		Fecha:		Nº de plano: 3	Hoja: 1/1
A4					



Dibujado: Gonzalo Gallardo Pinel		Sc:		Título: Reja trasera	
Comprobado: Gonzalo Gallardo Pinel					
 Centro Universitario de la Defensa Zaragoza					
		Escala: 1:20			
Tipo de plano:		Fecha:		Nº de plano: 4	
				Hoja: 1/1	
				A4	

**Anexo E. Avdelok® XT 2851. Extracto de *Sistema de pernos estructurales de*
POP® Avdel®**

Avdelok® XT

Pernos de gran diámetro para aplicaciones exigentes en ingeniería.



Características clave y beneficios

- Excepcional resistencia a cortadura y a tracción proporcionando uniones de gran durabilidad y alto rendimiento, indispensables en aplicaciones estructurales y de grandes cargas
- Excelente resistencia a las vibraciones
- Rápidos y fáciles de colocar
- Resistente a la manipulación - aprobado por TIR
- Fáciles de emplear requiriendo sólo unas mínimas habilidades
- Equipos de colocación simples que eliminan el costo de calibración y reducen el mantenimiento
- La gran consistencia de la unión evita revisiones (reaprietes) y los costes asociados
- Fácil control visual de la correcta instalación
- Los remaches Avdelok XT proporcionan una resistencia mínima a cortadura, a tracción y apriete equivalentes o superiores a la tornillería estándar ISO 898-1 clase 8.8 o ASTM A-325.

Especificaciones Secuencia de colocación típica

Tamaños:

12,7 mm a 28,6 mm

Material:

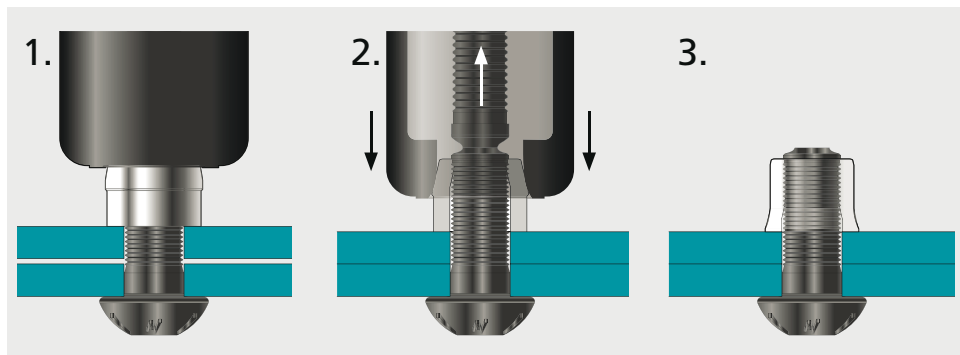
Acero

Formas de cabeza:

Alomada, alomada ala ancha

Opciones del collar:

Entero, con ala



Por favor, visite nuestra página web para ver las animaciones de colocación del remache.

Aplicaciones de ensamblaje

- Vehículos comerciales
- Construcción en acero
- Construcción de puentes
- Energías renovables
- Vías férreas y ferrocarril
- Minería

Vehículos comerciales



Construcción de puentes



Vías férreas



Torre de celosía



Plantas de energía solar



Plantas de energía solar (detalle)



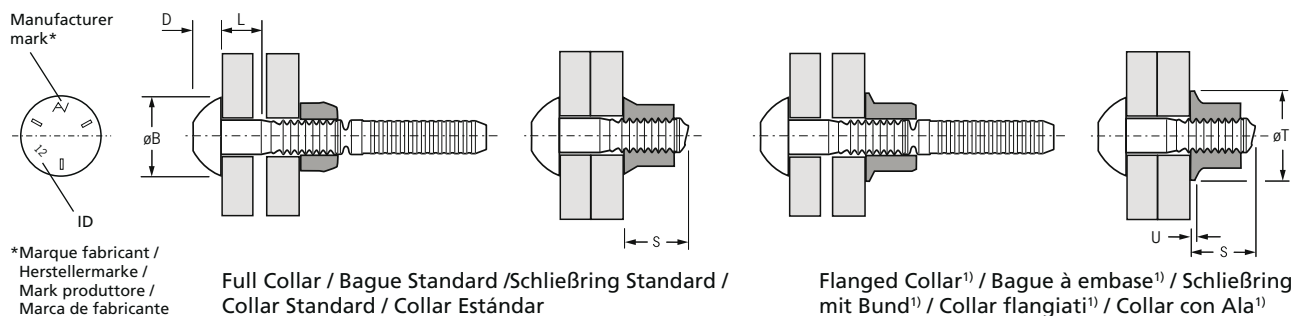


English	Français	Deutsch	Italiano	Español
Round head	Tête plate	Rundkopf	Testa tonda	Cabeza alomada
Pin: Carbon steel Black self-colour	Tige: Acier Noir	Bolzen: Stahl Schwarz	Bullone: Acciaio Negro	Vástago: Acero Pavonado
Collar: Low carbon steel Zinc plated, 10 µm	Bague: Acier Zingué, 10 µm	Schließring: Stahl Verzinkt, 10 µm	Collare: Acciaio Zincato, 10 µm	Collar: Acero Zincado, 10 µm

Options:

2852 series: 10 µm zinc plated, clear trivalent passivated / 10 µm zingué, passivation claire trivalente / 10 µm verzinkt, klar chromatiert, Cr6-frei / 10 µm zincato, passivazione chiara trivalente / 10 µm zincado, pasivado claro trivalente

2853 series: 15 µm zinc plated, clear trivalent passivated / 15 µm zingué, passivation claire trivalente / 15 µm verzinkt, klar chromatiert, Cr6-frei / 15 µm zincado, passivazione chiara trivalente / 15 µm zincado, pasivado claro trivalente



ø nom.					L nom.	øB max.	D max.	Part No/ref				
	ID	min.	max.					Pin	Full Collar S max.	Flanged Collar¹ S max. øT max. U¹)		
12.7 (1/2")	4	6.35	12.70	13.5	4.60	23.9	8.4	02851-01604	02662-01600 26.5	02615-01600 29.7 26.2 3.18		
	8	12.70	19.05		10.95			02851-01608				
	12	19.05	25.40		17.30			02851-01612				
	16	25.40	31.75		23.65			02851-01616				
	20	31.75	38.10		30.00			02851-01620				
	24	38.10	44.45		36.35			02851-01624				
	28	44.45	50.80		42.70			02851-01628				
	32	50.80	57.15		49.05			02851-01632				
	36	57.15	63.50		55.40			02851-01636				
	40	63.50	69.85		61.75			02851-01640				
	44	69.85	76.20		68.10			02851-01644				
	48	76.20	82.55		74.45			02851-01648				
	52	82.55	88.90		80.80			02851-01652				
	56	88.90	95.25		87.15			02851-01656				
	60	95.25	101.60		93.50			02851-01660				
	64	101.60	107.95		99.85			02851-01664				
	68	107.95	114.30		106.20			02851-01668				
	72	114.30	120.65		112.55			02851-01672				
	76	120.65	127.00		118.90			02851-01676				
	80	127.00	133.35		125.25			02851-01680				

all dimensions in mm / en millimètre / alle Maße in mm / in millimetri / en milímetros

1) Flanged collars are used in applications where the hole on the collar side of the application is oversize or is slotted for alignment purposes. To determine what length of pin is required, add dimension U to the thickness of material being fastened.

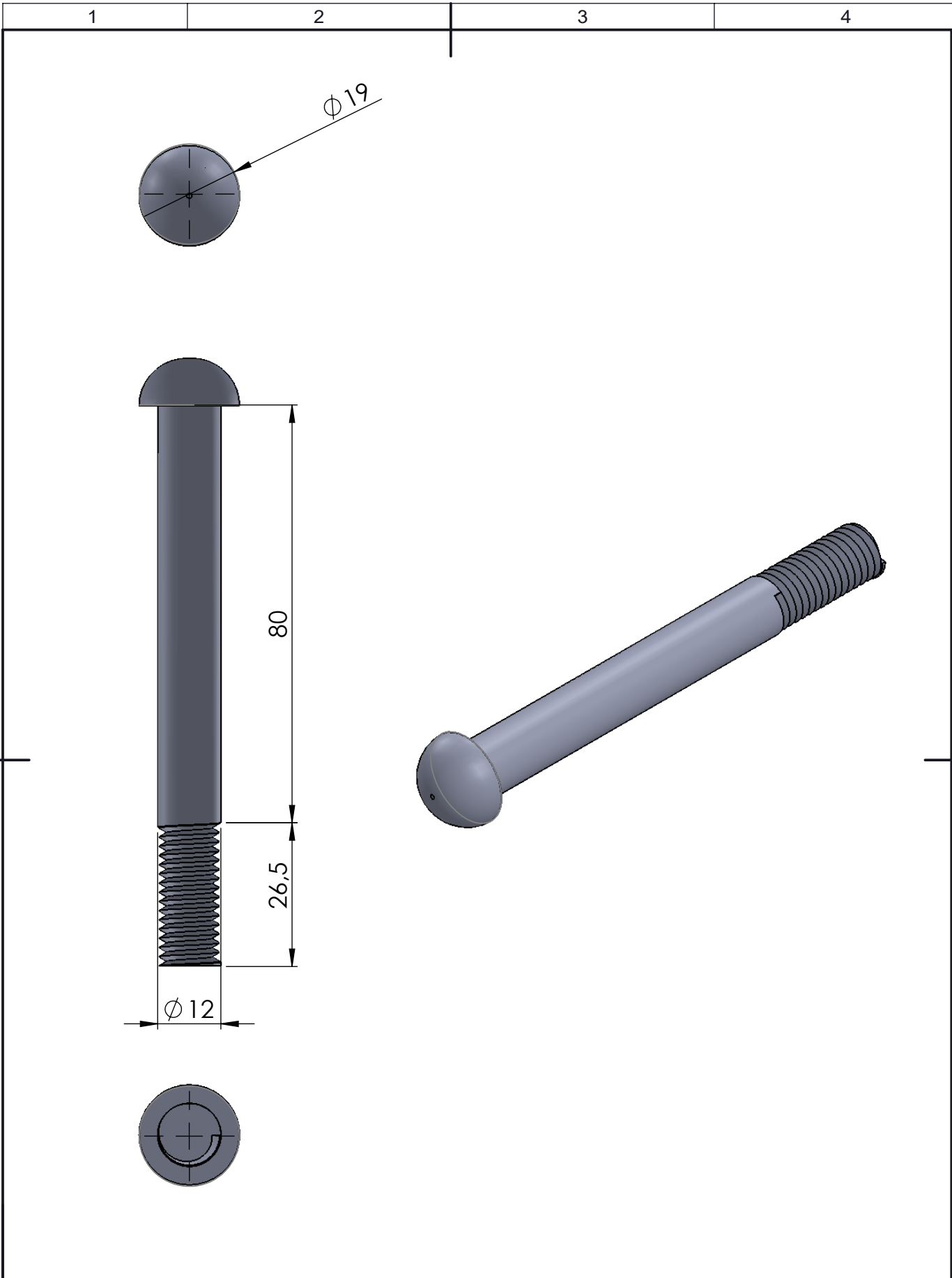
Avec une bague à embase, la plage de serrage est diminuée de la valeur de la cote U.



Schließringe mit Bund werden in Anwendungen benötigt, wo das Bohrloch auf der Schließringseite übergroß oder länglich ist. Um den richtigen Bolzen zu bestimmen, addieren Sie das Maß U zu der zu verbindenden Materialstärke hinzu.

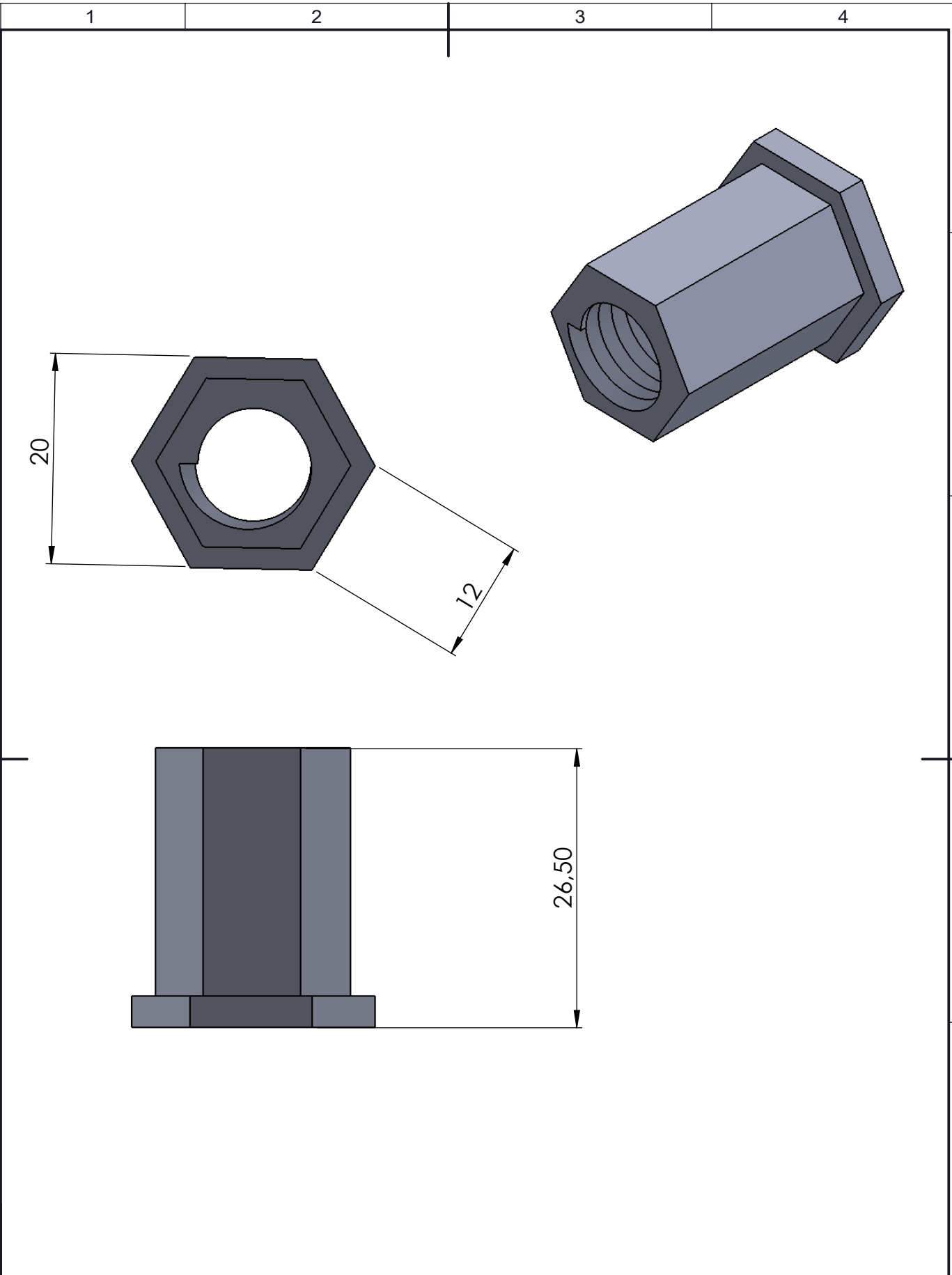
Utilizzando i collari flangiati la dimensione „U“ deve essere aggiunta allo spessore da serrare per determinare il tipo di bullone adatto.

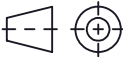

Utilizar collar con ala cuando en la aplicación el barrenado está sobredimensionado o es ranurado para propósitos de alineación. Para calcular la referencia de perno es necesario añadir la cota U al espesor de la aplicación.

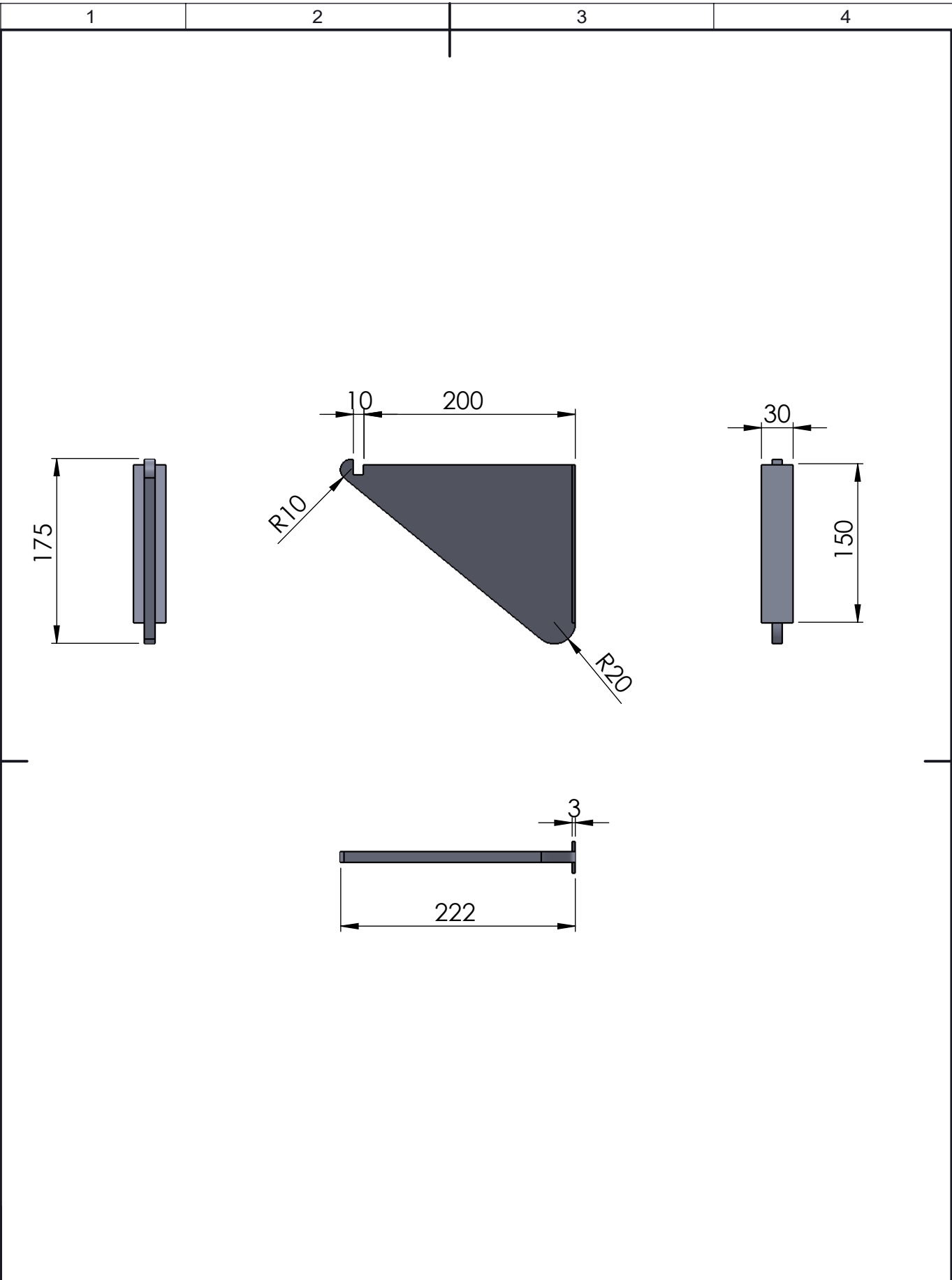
Anexo F. Planos de elementos de unión





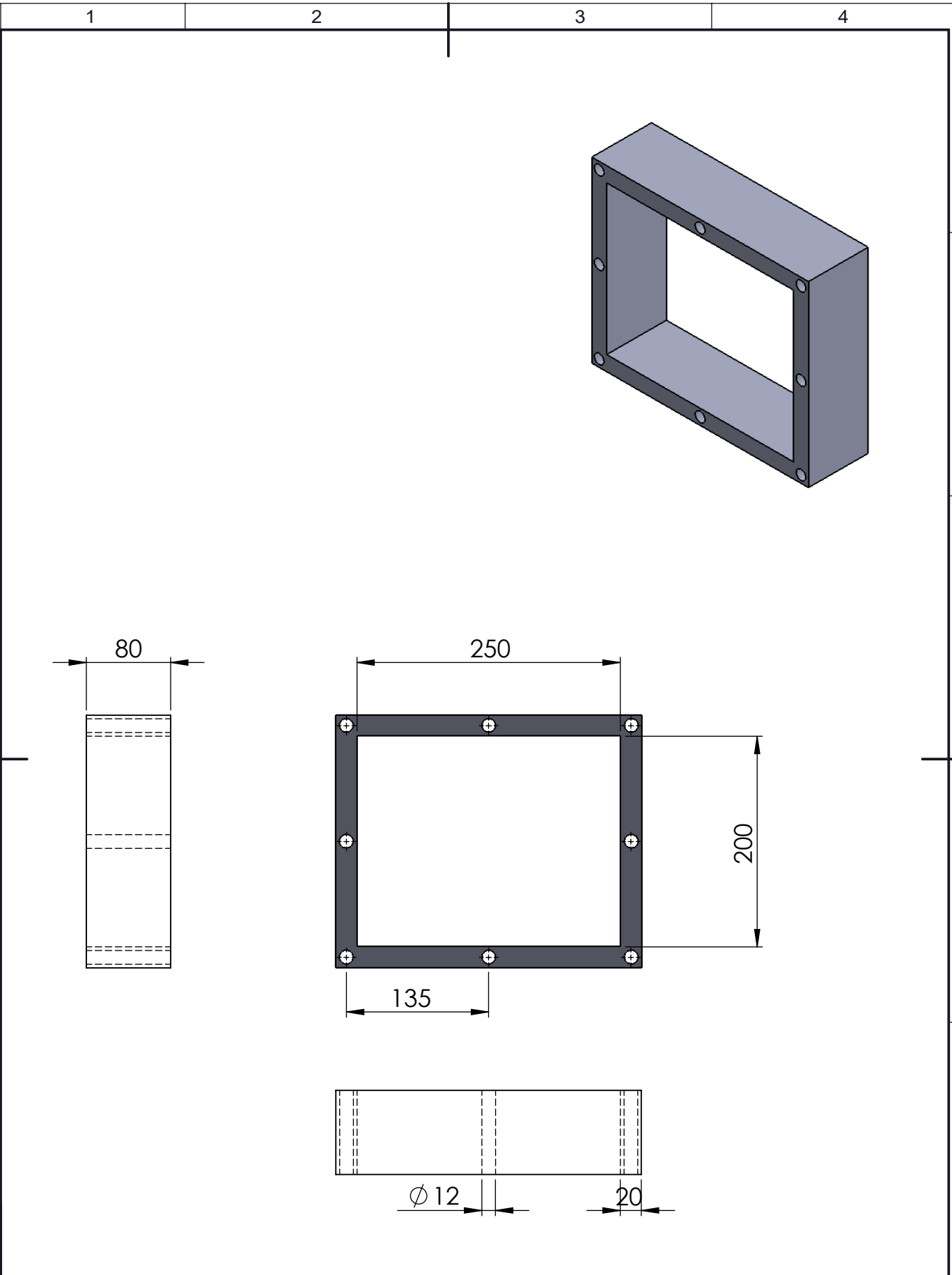
Dibujado: Gonzalo Gallardo Pinel	Sc:	Título: Representación perno Avdelok XT 2851		
Comprobado: Gonzalo Gallardo Pinel				
 Centro Universitario de la Defensa Zaragoza				Escala: 1:1
	Tipo de plano:			Fecha:

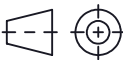



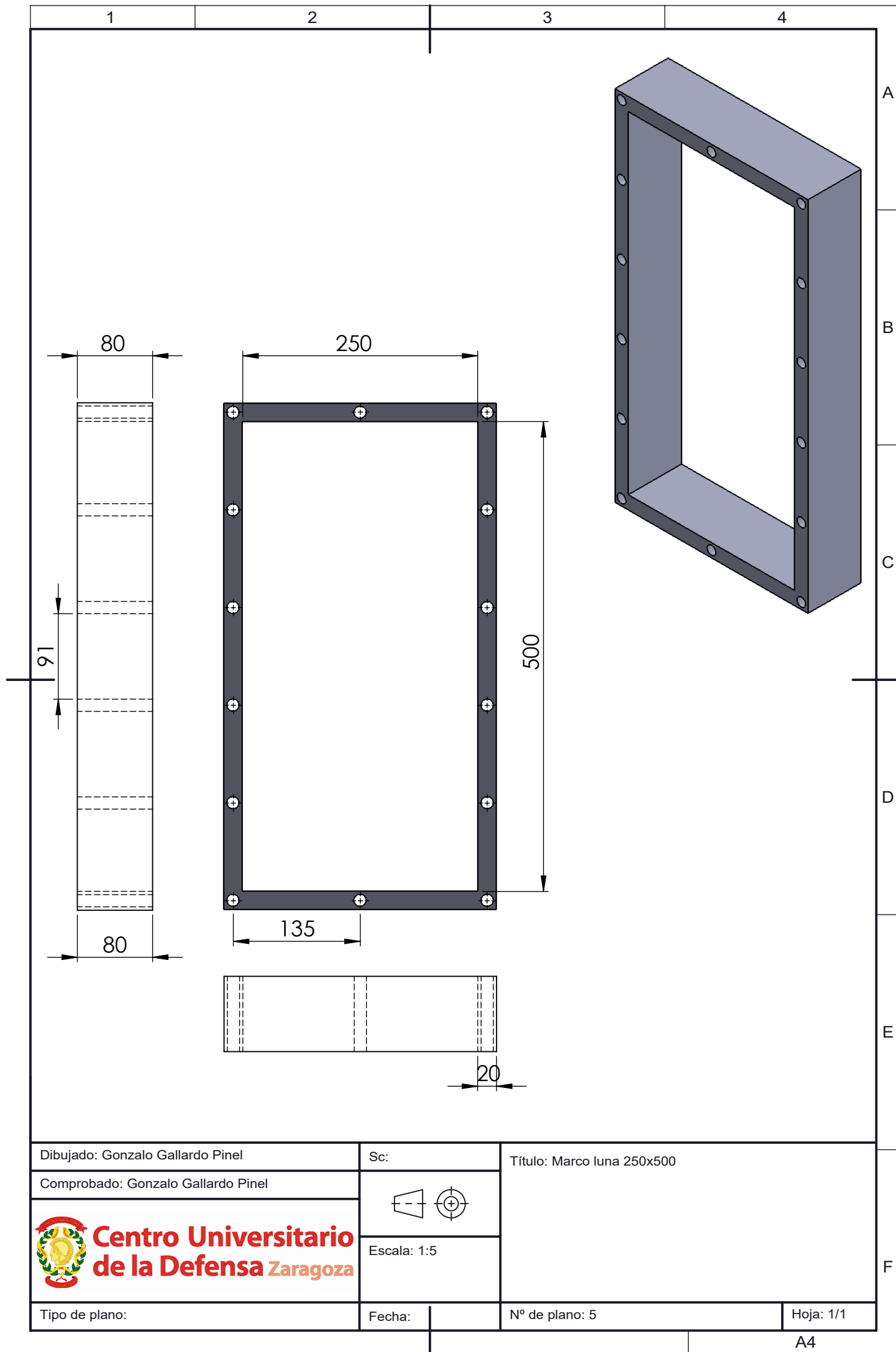
Dibujado: Gonzalo Gallardo Pinel		Sc:		Título: Representación collar Avdelok XT 2851	
Comprobado: Gonzalo Gallardo Pinel					
 Centro Universitario de la Defensa Zaragoza		Escala: 2:1			
		Tipo de plano:		Fecha:	Nº de plano: 2

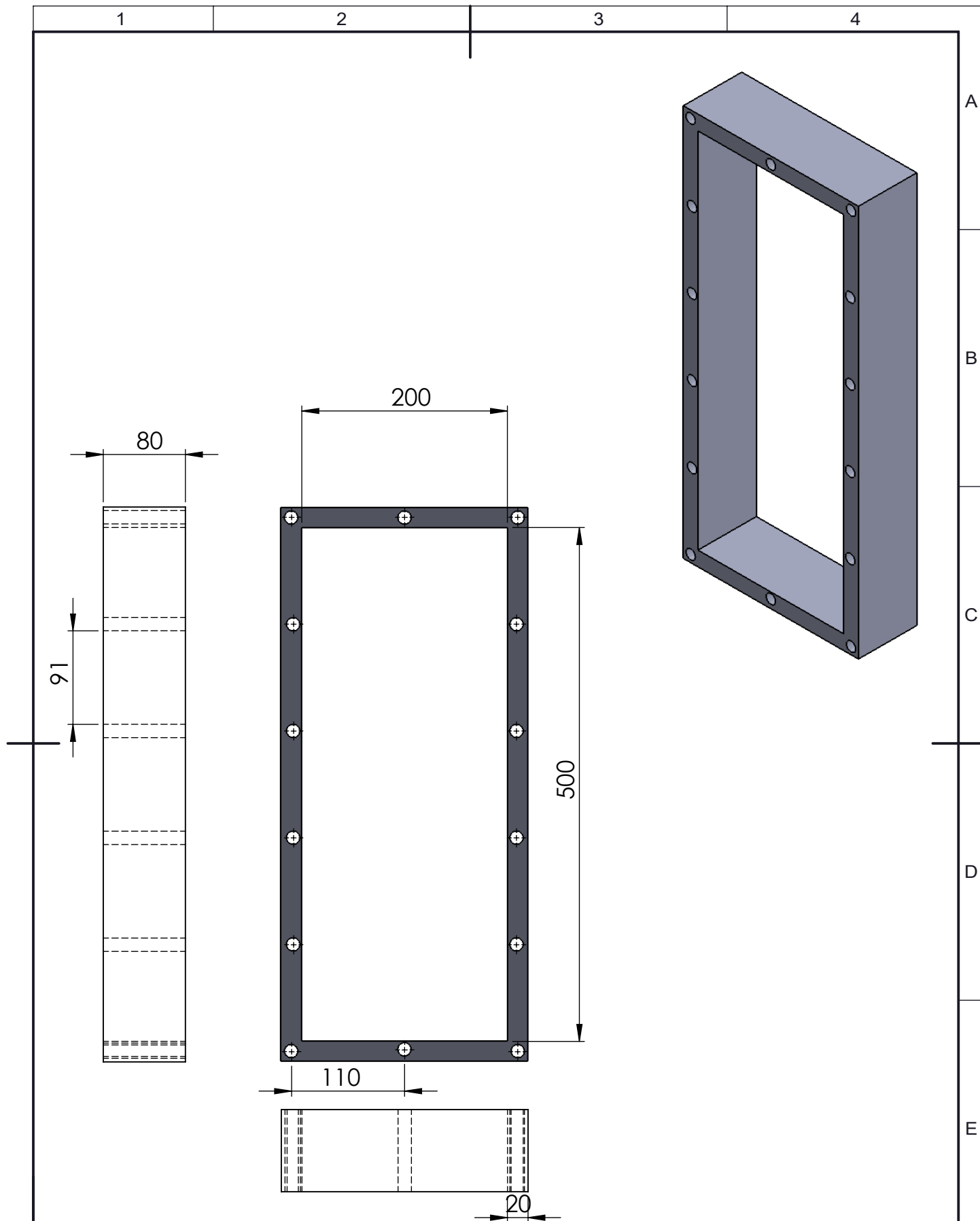


Dibujado: Gonzalo Gallardo Pinel	Sc:	Título: Soporte reja	
Comprobado: Gonzalo Gallardo Pinel			
 Centro Universitario de la Defensa Zaragoza	Escala: 1:5		
	Tipo de plano:	Fecha:	Nº de plano: 3



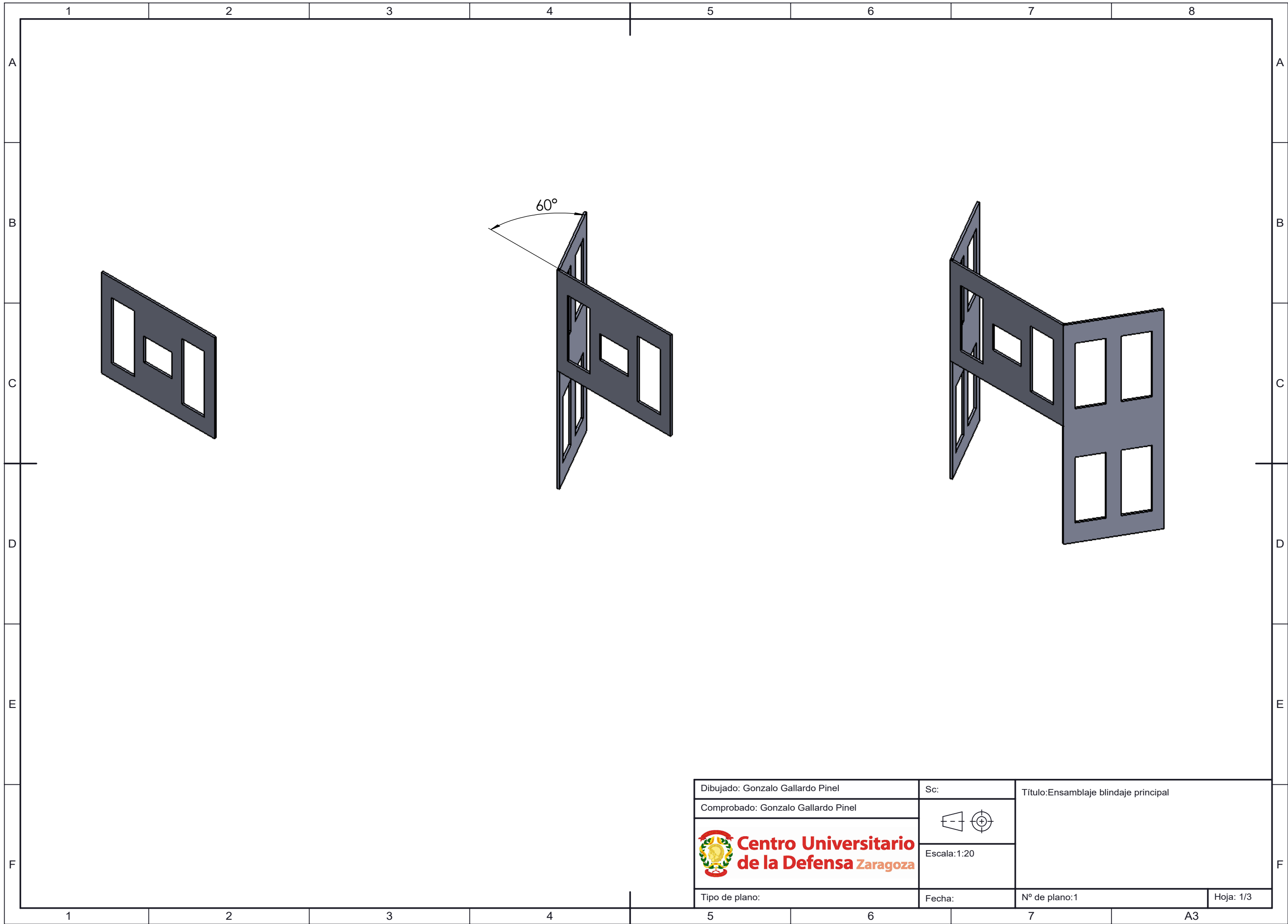
Dibujado: Gonzalo Gallardo Pinel	Sc:	Título: Marco luna 250x200	
Comprobado: Gonzalo Gallardo Pinel			
 Centro Universitario de la Defensa Zaragoza	Escala: 1:5		
	Tipo de plano:	Fecha:	Nº de plano: 4





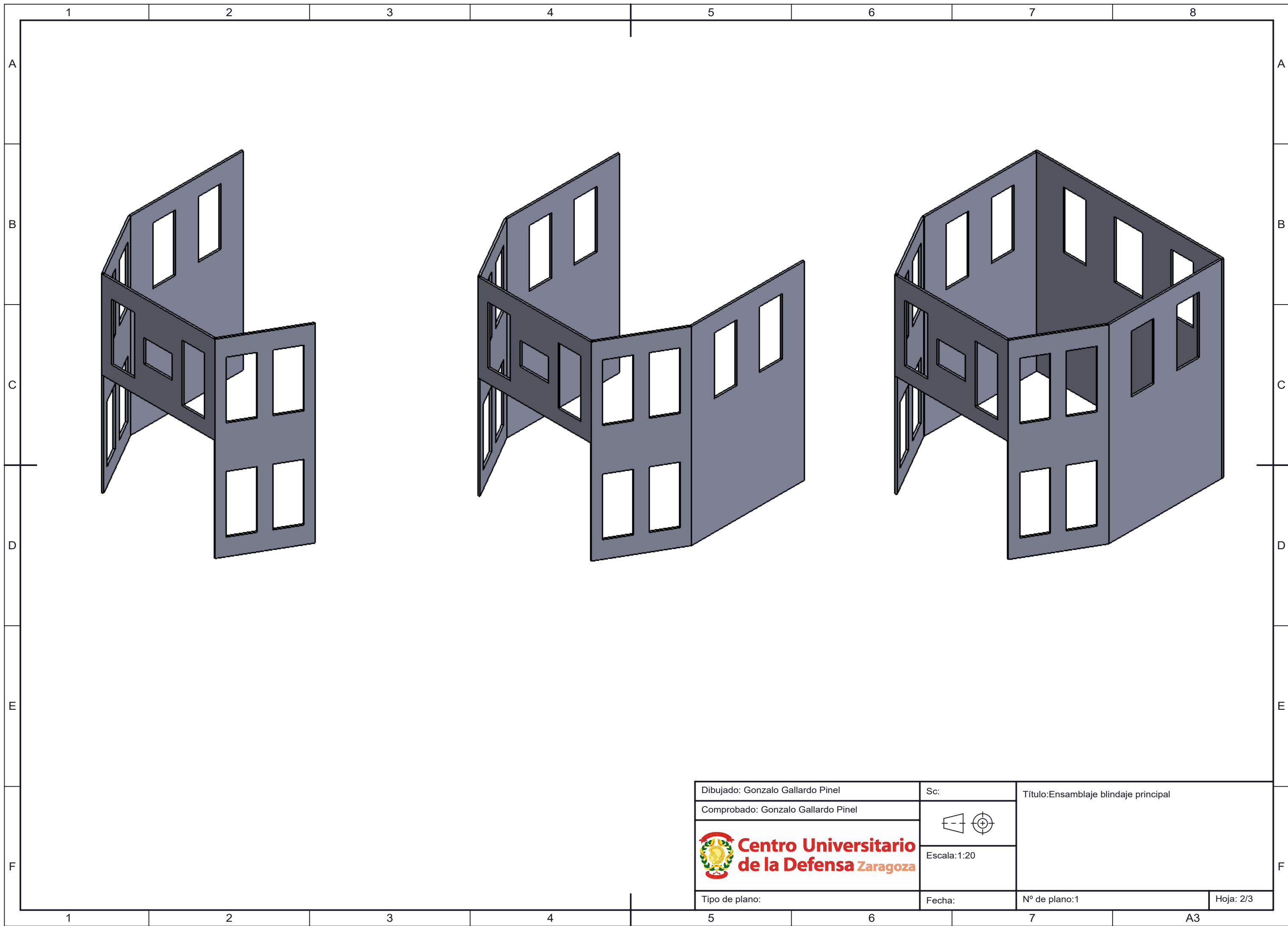




Dibujado: Gonzalo Gallardo Pinel	Sc:	Título: Marco luna 200x500		
Comprobado: Gonzalo Gallardo Pinel				
 Centro Universitario de la Defensa Zaragoza	Escala: 1:5			
	Tipo de plano:		Fecha:	Nº de plano: 6

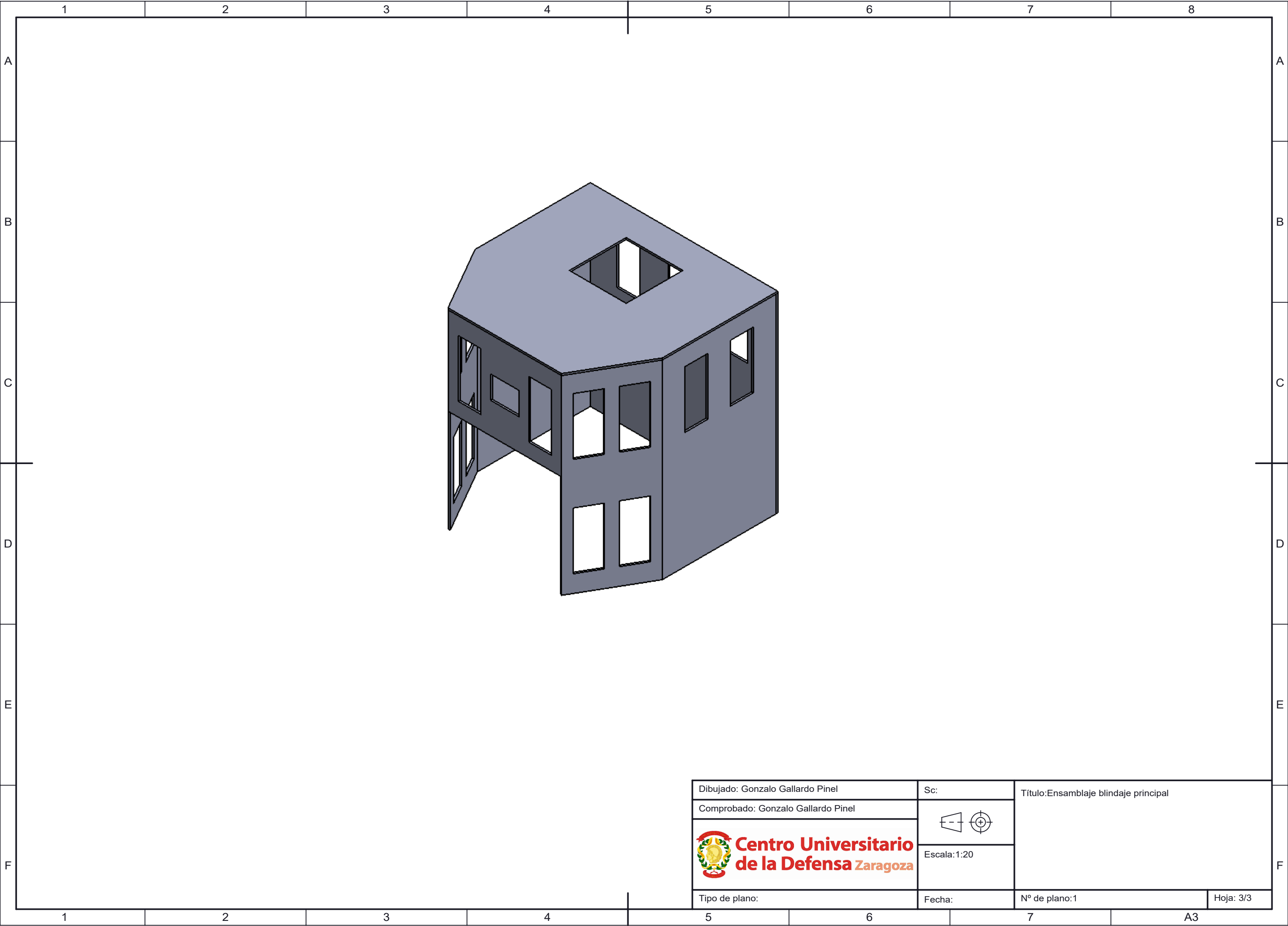
Anexo G. Planos ensamblaje





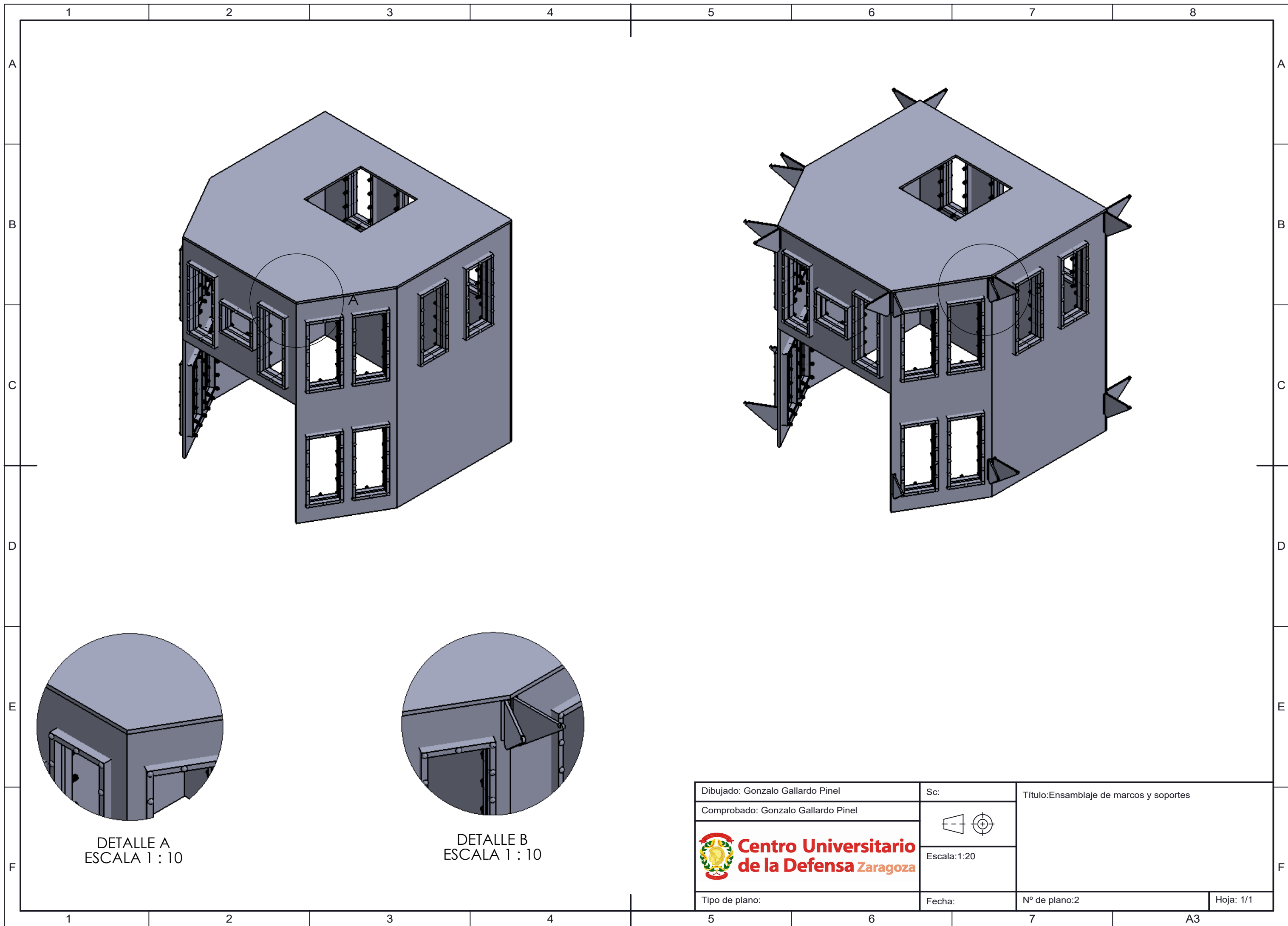
Dibujado: Gonzalo Gallardo Pinel	Sc:	Título:Ensamblaje blindaje principal	
Comprobado: Gonzalo Gallardo Pinel			
 Centro Universitario de la Defensa Zaragoza			
Tipo de plano:	Fecha:	Nº de plano:1	Hoja: 1/3

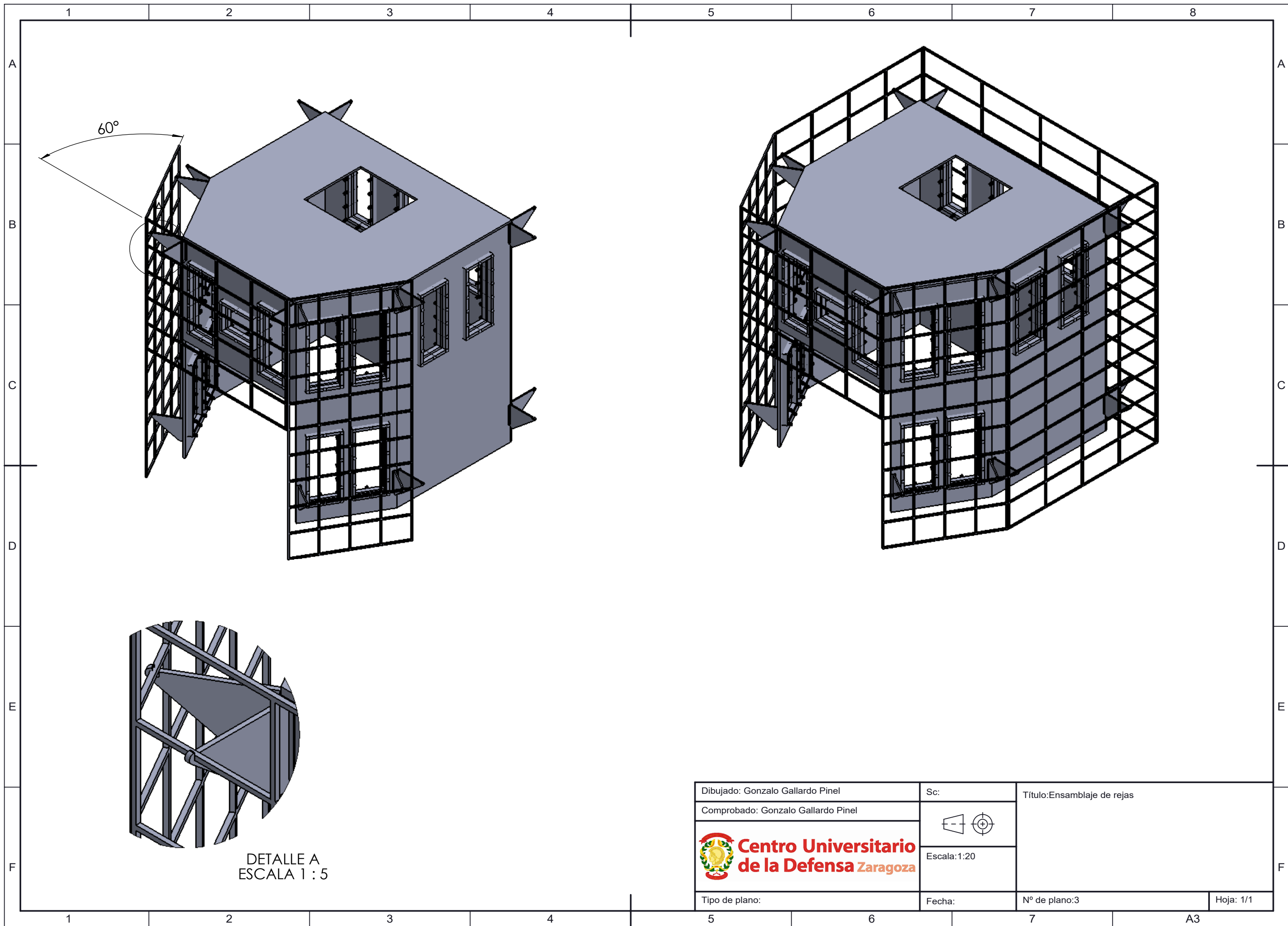


Dibujado: Gonzalo Gallardo Pinel	<div>Sc:</div> <div></div> <div>Escala:1:20</div>	Título:Ensamblaje blindaje principal	
Comprobado: Gonzalo Gallardo Pinel			
<div><div>Centro Universitario de la Defensa Zaragoza</div></div>			
Tipo de plano:	Fecha:	Nº de plano:1	Hoja: 2/3



Dibujado: Gonzalo Gallardo Pinel	Sc:	Título:Ensamblaje blindaje principal	
Comprobado: Gonzalo Gallardo Pinel			
 Centro Universitario de la Defensa Zaragoza			
Tipo de plano:	Fecha:	Nº de plano:1	Hoja: 3/3



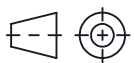


Dibujado: Gonzalo Gallardo Pinel

Sc:

Título:Ensamblaje de rejas

Comprobado: Gonzalo Gallardo Pinel



Escala: 1:20



Tipo de plano:

Fecha:

Nº de plano:3

Hoja: 1/1

A3

Anexo H. Certificados Unibus y Servicios S.A.



BESCHUSSAMT MELLRICHSTADT

Prüfzeugnis

Test Certificate

10Z311A01

**Inhaber des
Prüfzeugnisses**
Holder of the test certificate

AGP Europe GmbH
Lohrheidestr. 10
44866 Bochum
Deutschland

Prüfung der durchschusshemmenden Eigenschaften einer Verglasung nach DIN EN 1063

Test of the bullet resistance of glazing according to DIN EN 1063

Stand der Richtlinie
Version of the guideline

Januar 2000

Hersteller
Manufacturer

AGP de Colombia S.A.

Auftraggeber
Applicant

AGP Europe GmbH

Prüfgegenstand
Test object

Verbundglasscheibe 67,9mm x 500mm x 500mm
laminated glass 67,9mm x 500mm x 500mm

Probenbezeichnung
Reference

BR7 LW 67-10-1

Prüfdatum
Test date

13. September 2010

**Detailliergegebnisse siehe
Prüfbericht Nr.**
Detailed results see test report No.

10G311A01

Die vorgelegte Probe erfüllte die Anforderungen nach
The submitted sample met the requirements according to

DIN EN 1063

BR7-NS

Die Verwendbarkeit dieses Prüfzeugnis ist auf zehn Jahre ab dem Tag der Prüfung begrenzt und ist nur mit Unterschrift und Dienstsiegel gültig. Die auszugsweise Weitergabe dieses Prüfzeugnisses ist nur mit Genehmigung des Beschussamtes Mellrichstadt erlaubt.
The applicability of this test certificate is limited for ten years beginning with the day of testing and is only valid with signature and official seal. The duplication in extracts only is allowed with approval of the Beschussamt Mellrichstadt.

Mellrichstadt, 14. September 2010



Willner



Beschussamt Mellrichstadt (Mellrichstadt Ballistics Agency) • Lohstr. 5 • 97638 Mellrichstadt
Telefon +49-9776-7050-0 • Telefax +49-9776-5457 • poststelle@ba-mel.bayern.de • Germany



Zertifikat

Certificate

09Z020B01

Inhaber des Zertifikates
Holder of the certificate

AGP Europe GmbH
Lohrheidestrasse 10
44866 Bochum

Prüfung der durchschusshemmenden Eigenschaften einer Verglasung nach DIN EN 1063

Test of the bullet resistance of a glazing according to DIN EN 1063

Hersteller
Manufacturer

AGP Kolumbien

Auftraggeber
Applicant

AGP Europe GmbH

Prüfgegenstand
Specimen

Verbundglasscheibe
laminated glass

Typenbezeichnung
Reference

L9 (2) 12 (4) 3HT

Probendicke
Thickness of the sample

78,6mm

Prüfdatum
Test Date

16. Januar 2009

Das vorgelegte Prüfmuster erfüllte die Prüfbedingungen nach DIN EN 1063 und erhält folgende Widerstandsklasse:

The sample met the requirements according to DIN EN 1063 and has obtained the following classification:

BR7-NS

Detailergebnisse siehe Prüfbericht Nr. 09G020B01
Detailed results see test report No.

Dieses Zertifikat besitzt eine Gültigkeit von zehn Jahren ab dem Tag der Prüfung.
This Certificate is valid for ten years beginning with the day of testing.

Dieses Zertifikat ist nur mit Unterschrift und Dienstsiegel gültig. Die auszugsweise Weitergabe dieses Zertifikates ist nur mit Genehmigung des Beschussamtes Mellrichstadt erlaubt.
This Certificate only is valid with signature and official seal. The duplication in extracts only is allowed with approval of the Beschussamt Mellrichstadt.

Beschussamt Mellrichstadt, 27. Januar 2009


Baumart



Beschussamt Mellrichstadt (Mellrichstadt Ballistics Agency) • Lohstr. 5 • 97638 Mellrichstadt
Telefon +49-9776-7050-0 • Telefax +49-9776-5457 • poststelle@ba-mel.bayern.de • Germany

Anexo I. Acero balístico Secure 500

14.- ANEXOS

14.1.- BLINDAJE OPACO



ThyssenKrupp Steel Europe

Armour steel	Steel grade		Material No.	Material Specification
	TKSE-Short name	EN-Short name		
Heavy plate	SECURE 500	30CrMoNb5-2 30NiCrMo14-5	- 1.6947	1943 June 2011

Scope

This Material Specification applies to the alloyed, liquid-quenched and tempered high-strength special steel SECURE 500 for civil use, that is usually produced in thickness from 3 mm up to 90 mm. This steel is delivered with defined properties of ballistic protection. The delivery above 90 mm up to 150 mm in thickness needs a special agreement.

Application

The steel may be used at the discretion of the purchaser for purposes of ballistic protection mainly for applications like armoured limousines and valuable transporters. The entire processing technique is of fundamental importance for the good performance of the products made of this steel. The processor must assure himself that his methods of calculation, designing and working conform with the material to be used, meet the latest requirements of technical progress and are suited to the proposed application.

The selection of the material is up to the purchaser

Chemical composition (heat analysis, %)

thickness	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al
≤ 50 mm	≤ 0.32	≤ 0.40	≤ 1.00	≤ 0.015	≤ 0.005	≤ 1.50	≤ 0.50	≤ 0.70	≤ 0.110
> 50 mm	≤ 0.32	≤ 0.40	≤ 0.50	≤ 0.015	≤ 0.005	≤ 1.50	≤ 0.60	≤ 3.70	≤ 0.050

The steel additionally may contain Ti, Nb and B.

Delivery condition: quenched and tempered (see paragraph "Heat treatment")

Hardness at ambient temperature: 480 - 530 HBW

(other hardness ranges according to customers requirements are possible)

The hardness shall be determined in accordance with ISO 6506-1. The hardness is to be determined about 1 mm below plate surface.

Typical mechanical properties in the state of delivery condition at room temperature (transverse specimens according to ISO 6892-1, method B), Charpy-V-test acc. ISO 148-1 (transverse specimens).

yield strength R_{eH} ^{*)} MPa	tensile strength R_m MPa	elongation at fracture A %	Impact energy, - 40 °C J
1300	1600	9	25

^{*)} If continuous yielding occurs, the yield strength is determined as $R_{p0.2}$

ThyssenKrupp
high protect

SECURE 500

Ballistic properties

Plates from SECURE 500 exhibit an increased resistance against ballistic threat. If a certain ballistic resistance is desired against a standardized ballistic threat, then it is necessary for reaching the desired performance that the customer specifies the appropriate examination and certification in the order. Orientation values for the minimum plate thickness for bullet resistance are summarized in the annex. The orientation values do not replace however a standardized examination and certification, which must be given in the order, if the customer wishes the suitability for a certain ballistic threat.

Number of tests

Unless otherwise agreed upon in the order, the tests listed below will be performed during inspection:

Hardness testing will be determined once per 40 t of a heat. The following options are possible in addition and must be agreed upon separately. If the customer doesn't take any use from these options at the time of the inquiry and ordering, the products are to be delivered in accordance with the base specifications of this document.

- a) for four-high mill plates only: ultrasonic testing acc. to EN 10160, class S₁/E₁
- b) bullet resistance testing can be performed according to customers requirements

All test results are documented by inspection certificates following EN 10204-3.1.

Independently of the requirements specified in the order the ballistic properties SECURE 500-plates with a thickness up to 14.5 mm are examined according to an TKSE-internally specified testing procedure.

General processing information

For those, who process this steel for the first time it is recommended to consult the steel supplier to take advantage of the experiences gathered so far.

The general information below can only cover a few important points. The information outlined in STAHL-EISEN-Werkstoffblatt 088 (weldable fine grain structural steels, processing directions especially for welding) applies equally to this steel.

Recommendations for welding are also given in EN 1011 part 1 and part 2 - Welding, Recommendation for welding of metallic materials.

Cold forming

Plates of the steel grade SECURE 500 can be cold formed at ambient temperature under consideration of their strength. The forming force and the amount of elastic recovery are greater than that of conventional structural steels. Cutting edges must be ground, flash trimmed and smoothly rounded before forming. Cold forming of plates must be performed at low forming speed at room temperature. Preheating is not recommended. Stress relieve heat treatment after forming should be avoided because of the decrease of hardness. Detailed information is given in our processing recommendations.

Heat treatment

In general this steel obtains its mechanical properties through austenitization followed by conventional quenching and tempering. The heat treatment depends on the chemical composition and the product thickness. To avoid decrease of hardness, SECURE 500 must not be heated above 200 °C.

Thermal cutting

For plate thickness up to 15 mm the laser-cutting process is preferably used. For plates up to 40 mm in thickness plasma cutting under water is recommended. Flame cutting is also possible without any difficulties. According to the plate thickness a sufficient pre- and post-heating is required. Detailed information is given in our processing recommendation Welding and Cutting.

Welding

If due consideration is given to the general rules for welding, this steel is weldable both manually and automatically. To prevent cold cracking in the welded joints only welding consumables should be used that lead to the lowest possible hydrogen content in the weld metal. The use of the austenitic welding consumable type 18 8 Mn (Thermanit X) is recommended. For plate thicknesses up to 25 mm preheating is generally not necessary. For high loaded welds, welded with a ferritic welding consumable, preheating should be carried out for the thicknesses specified in STAHL-EISEN-Werkstoffblatt 088. The height of the preheating temperature for welding depends on plate thickness and residual stress behavior of the construction. Interpass temperatures above 200 °C should be avoided. Detailed information is given in our processing recommendation Welding and Cutting.

Dimensions and tolerances

	four-high mill plates	plates cut from hot strip
thickness	4 - 150 mm	3 - 9 mm
thickness tolerance	≥ 4.0 and ≤ 13.0 mm: -0 / +0.8 mm >13.0 and ≤ 20.0 mm: -0 / +1.0 mm > 20.0 and ≤ 40.0 mm: -0 / +1.2 mm > 40.0 and ≤ 60.0 mm: -0 / +1.6 mm > 60.0 and ≤ 80.0 mm: -0 / +2.0 mm > 80.0 and ≤ 110.0 mm: -0 / +2.4 mm ≥ 110 mm: -0 / +3.0 mm	-0 / +0.4 mm
width	1250 - 3200 mm	850 - 1935 mm *
length	4000 - 12000 mm	1300 - 8000 mm

*depending on the plate thickness

General information

Unless otherwise agreed upon in the order, the delivery will be subjected to the conditions outlined in EN 10021.

The admissible tolerances for plates cut from hot strip are based on EN 10051 and for four-high mill plates on EN 10029, unless other terms have been agreed upon.

Thickness tolerances are according to the table shown above (paragraph on "Dimensions and tolerances").

The plates will be supplied with a maximum flatness tolerance of 6 mm/m (smaller flatness tolerances by special agreement). The flatness is determined in acc. to EN 10029, Class S.

For surface quality requirements EN 10163 is applicable.

As per special agreement it is possible to supply plates descaled or descaled and primed.

Publisher's addresses

EN, ISO Standards

Beuth Verlag GmbH, Postfach, D-10772 Berlin

STAHL-EISEN-Werkstoffblätter

Verlag Stahleisen GmbH, Postfach 105164, D-40042 Düsseldorf

Recommendation for thermal cutting
of SECURE steels

ThyssenKrupp Steel Europe AG, D-47161 Duisburg

Recommendation for welding
of SECURE steels

ThyssenKrupp Steel Europe AG, D-47161 Duisburg

ThyssenKrupp Steel brochure
"Ballistic steels. Making life saver."

ThyssenKrupp Steel Europe AG, D-47161 Duisburg

ThyssenKrupp
high protect

SECURE 500

Classification	Weapon		Bullet		Test Conditions		SECURE 500 (480-530 HB)
	Type	Calibre	Type	Mass [g]	Test range [m]	Bullet velocity ¹⁾ [m·s ⁻¹]	Orientation values for minimum thickness for bullet resistance [mm]
EN 1063 / EN 1522							
BR / FB 3	hand-gun	.357 Magnum	FJ/CB/SC	10.2	5	430 ± 10	3.0 ²⁾
BR / FB 4		.44 Magnum	FJ/FN/SC	15.6	5	440 ± 10	3.0
BR / FB 5		5.56 mm x 45 (SS 109) <i>twist length: 178 ± 10 mm</i>	FJ/PB/SCP1	4.0	10	950 ± 10	6.5
BR / FB 6	rifle	7.62 mm x 51	FJ/PB/SC	9.5	10	830 ± 10	6.5
BR / FB 7		7.62 mm x 51 (AP) <i>twist length: 254 ± 10 mm</i>	FJ/PB/HC1	9.8	10	820 ± 10	15.5
no classification	hand-gun	.44 Magnum	FJ/FN/SC	15.6	3	435 - 455	3.0
		7.62 mm x 39 (Kalashnikov)	FJ/PB/SC	7.9	25	710 ± 15	4.0
	rifle		API	7.7	25	730 ± 15	12.0
		7.62 mm x 51	FJ/PB/SC	9.5	10	785 - 795	5.5
		7.62 mm x 51 (AP)	FJ/PB/HC1	9.8	25	800 - 810	14.5
		5.56 mm x 45 (SS 92)	FJ/PB/SC	3.6	25	965 - 975	9.0

Terms and abbreviations in the table:

- 1) no classification: Bullet velocity in 2.5 m behind of muzzle
 EN 1522, EN 1063: Impingement bullet velocity ≤ 2.5 m from front of sample
- 2) The required thickness of plates lies under the minimum delivery thickness of 3 mm
- FJ/RN: Full metal jacket bullet, round nose
 FJ/FN: Full metal jacket bullet, flat nose
 FJ/PB: Full metal jacket bullet, pointed bullet
 FJ/CB: Full metal jacket bullet, coned bullet
 SC: Soft core (lead)
 SCP1: Soft core (lead) and steel penetrator (type SS 109)
 HC1: Steel hard core, mass 3.7 ± 0.1 g, > 63 HRC
 API: Armoured piercing ignition



